

TEXTE

95/2020

# Evaluierung der Altholzverordnung im Hinblick auf eine notwendige Novellierung

Abschlussbericht



TEXTE 95/2020

Umweltforschungsplan des  
Bundesministeriums für Umwelt,  
Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3717 35 340 0  
FB000227

## **Evaluierung der Altholzverordnung im Hinblick auf eine notwendige Novellierung**

von

Sabine Flamme, Sigrid Hams, Jens Bischoff, Claas Fricke  
Fachhochschule Münster  
IWARU Institut für Infrastruktur · Wasser · Ressourcen · Umwelt  
Münster

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

# Impressum

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
Fax: +49 340-2103-2285  
buergerservice@uba.de  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

 /umweltbundesamt.de  
 /umweltbundesamt

**Durchführung der Studie:**

FH Münster - IWARU  
Corrensstr. 25  
48149 Münster

**Abschlussdatum:**

Oktober 2019

**Redaktion:**

Fachgebiet III 2.1 Übergreifende Angelegenheiten, Chemische Industrie,  
Feuerungsanlagen  
Anja Nowack

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Juni 2020

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den  
Autorinnen und Autoren.

### **Kurzbeschreibung: Evaluierung der Altholzverordnung im Hinblick auf eine notwendige Novellierung**

Die Altholzverordnung (2002a)<sup>1</sup> gilt für die stoffliche und die energetische Verwertung sowie die Beseitigung von Altholz. Sie regelt die Anforderungen an eine schadlose und möglichst hochwertige Verwertung. Die stoffliche Verwertung findet dabei fast ausschließlich in der Holzwerkstoffindustrie statt; die weiteren in § 2 Satz 7 genannten Verwertungswege sind derzeit wenig relevant. Eine energetische Verwertung, die gemäß § 2 Satz 8 AltholzV definiert ist als Verwertung von Altholz im Sinne des § 3 Absatz 23 KrWG in Verbindung mit dem Verfahren R1 nach Anlage 2 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG)<sup>2</sup>, findet überwiegend in Altholzkraftwerken statt.

Seit Inkrafttreten der Altholzverordnung im Jahr 2002 haben sich sowohl bei der Sortiertechnik als auch bei der Probenahme und Qualitätsüberprüfung Veränderungen gegenüber dem damaligen Stand der Technik ergeben. Die bestehenden Regelungen der Altholzverordnung waren daher umfassend zu evaluieren und ggf. vorhandene Defizite und Hemmnisse aufzuzeigen. Hierbei war zu überprüfen, inwieweit die Altholzverordnung an die rechtlichen Änderungen sowie technischen und analytischen Fortschritte seit dem Jahr 2002 anzupassen ist. Auf Basis dieser Evaluation wurden praxisnahe Anpassungsvorschläge für eine Weiterentwicklung der Altholzverordnung unter Berücksichtigung der technischen Neuerungen und der rechtlichen Änderungen erarbeitet. Darüber hinaus wurde ein Stoffstrommodell zu den Altholzmaterialströmen erstellt, auf dessen Grundlage mögliche Auswirkungen der Lösungsvorschläge auf die Altholzstoffströme abgeschätzt werden konnten. Darüber hinaus waren die Auswirkungen der Änderungsvorschläge auf ökonomische und ökologische Aspekte zu überprüfen. Das Vorhaben wurde durch einen Expertenkreis fachlich begleitet.

---

<sup>1</sup> Bundesregierung (2002a)

<sup>2</sup> Bundesregierung (2012)

**Abstract: Evaluation of the Waste Wood Ordinance with regard to a necessary amendment**

The Waste Wood Ordinance (Altholzverordnung, 2002) applies to the material and energy recovery as well as to the disposal of waste wood. It regulates the requirements for the harmless and high-quality recycling of waste wood. Recycling takes place predominantly in the wood based panel industry; the other recycling methods mentioned in § 2 sentence 7 are currently of little relevance. Energy recovery, which is defined in accordance with § 2 sentence 8 of the Waste Wood Ordinance as the recovery of waste wood within the meaning of § 3 paragraph 23 KrWG in conjunction with process R1 in accordance with Annex 2 of the Circular Economy Act (KrWG), takes place predominantly in waste wood power plants.

Since the Waste Wood Ordinance came into force in 2002, there have been changes in the sorting technology as well as in sampling and quality control compared to the former state of the art. The existing regulations of the Waste Wood Ordinance therefore had to be evaluated comprehensively and any existing deficits and obstacles had to be identified. Here it had to be checked to what extent the Waste Wood Ordinance had to be adapted to the legal changes as well as to technical and analytical progress since 2002. Based on this evaluation, practicable adaptation proposals for a further development of the Waste Wood Ordinance were developed, taking into account technical innovations and the legal changes. In addition, a material flow model for the waste wood material flows was developed, on the basis of which possible effects of the proposed solutions on the waste wood material flows could be estimated. Furthermore, the effects of the proposed changes on economic and ecological aspects had to be examined. A group of experts professionally accompanied the project.

## Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildungsverzeichnis.....                                                                             | 9  |
| Tabellenverzeichnis .....                                                                              | 10 |
| Abkürzungsverzeichnis .....                                                                            | 11 |
| Zusammenfassung.....                                                                                   | 15 |
| Summary .....                                                                                          | 23 |
| 1 Zielstellung und grundsätzliches Vorgehen.....                                                       | 31 |
| 2 Brancheninformation und Stoffstromanalyse.....                                                       | 34 |
| 2.1 Rechtliche Regelungen.....                                                                         | 34 |
| 2.1.1 Kreislaufwirtschaftspaket der Europäischen Union.....                                            | 34 |
| 2.1.2 Europäische „Abfallrahmenrichtlinie“ und nationales Kreislaufwirtschaftsgesetz .....             | 35 |
| 2.1.3 Verpackungsgesetz .....                                                                          | 37 |
| 2.1.4 Gewerbeabfallverordnung.....                                                                     | 37 |
| 2.1.5 Abfallverzeichnisverordnung .....                                                                | 38 |
| 2.1.6 Chemikalien-Verbotsverordnung.....                                                               | 38 |
| 2.1.7 Verordnung über persistente organische Schadstoffe (POP-Verordnung) .....                        | 39 |
| 2.1.8 PCB/PCT-Abfallverordnung.....                                                                    | 39 |
| 2.1.9 Bundes-Immissionsschutzgesetz und untergesetzliche Regelwerke.....                               | 39 |
| 2.1.10 EG-Abfallverbringungsverordnung und Abfallverbringungsgesetz .....                              | 42 |
| 2.1.11 Weitere Regelwerke und Normen .....                                                             | 43 |
| 2.1.11.1 Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) für die<br>Abfallbehandlung..... | 43 |
| 2.1.11.2 Regelwerke und Normen.....                                                                    | 44 |
| 2.2 Akteure im Altholzmarkt.....                                                                       | 45 |
| 2.3 Grundlagen für das Stoffstrommodell .....                                                          | 51 |
| 2.3.1 Bilanzrahmen .....                                                                               | 51 |
| 2.3.2 Altholzaufkommen in Deutschland.....                                                             | 54 |
| 2.3.2.1 Altholzaufkommen auf Grundlage von statistischen Daten zur Abfallerzeugung.....                | 54 |
| 2.3.2.2 Altholzaufkommen auf Grundlage statistischer Daten zur Abfallentsorgung.....                   | 56 |
| 2.3.2.3 Altholzimport und -export .....                                                                | 58 |
| 2.3.2.4 Daten zur energetischen und stofflichen Verwertung von Altholz .....                           | 60 |
| 2.3.3 Holzfremde Inhaltsstoffe aufgrund von Holzbehandlung .....                                       | 60 |
| 2.4 Stoffstrommodell .....                                                                             | 61 |
| 2.5 Preisentwicklungen von Altholzsortimenten.....                                                     | 65 |
| 3 Evaluation der Regelungen der Altholzverordnung .....                                                | 68 |

|         |                                                                                                              |     |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1     | Erfassung und Lenkung von Altholzströmen (Workshop 1).....                                                   | 68  |
| 3.1.1   | Begriffsbestimmungen in der Altholzverordnung .....                                                          | 68  |
| 3.1.2   | Altholzkategorien.....                                                                                       | 70  |
| 3.1.3   | Zuordnung von Altholz zu den Altholzkategorien .....                                                         | 71  |
| 3.1.4   | Getrenntsammlung von Altholz nach Altholzkategorien.....                                                     | 74  |
| 3.1.5   | Lenkung von Altholzströmen .....                                                                             | 76  |
| 3.1.6   | Anforderungen an den grenzüberschreitenden Handel mit Altholz .....                                          | 79  |
| 3.1.7   | Dokumentationspflichten bei der Entsorgung von Altholz .....                                                 | 80  |
| 3.2     | Neue Aspekte und Anforderungen bei der Altholzverwertung (Workshop II) .....                                 | 82  |
| 3.2.1   | Stärkung der Vorbereitung zur Wiederverwendung .....                                                         | 82  |
| 3.2.2   | Verfahren zur stofflichen Verwertung und Stärkung des Recyclings von Altholz .....                           | 84  |
| 3.2.3   | Neue Holzprodukte und deren Auswirkungen auf die Altholzverordnung .....                                     | 89  |
| 3.3     | Altholzaufbereitung – Stand der Technik und Möglichkeiten der Schadstoffentfrachtung<br>(Workshop III) ..... | 93  |
| 3.3.1   | Stand der Technik der Altholzaufbereitung.....                                                               | 93  |
| 3.3.2   | Möglichkeiten der Schadstoffentfrachtung bei der Altholzaufbereitung .....                                   | 96  |
| 3.4     | Qualitätssicherung bei der Altholzaufbereitung und –verwertung (Workshop IV).....                            | 97  |
| 3.4.1   | Anforderungen an die stoffliche Verwertung.....                                                              | 98  |
| 3.4.1.1 | Grundsätze analytischer Betrachtungen .....                                                                  | 99  |
| 3.4.1.2 | Grundsätze für die Probenahme .....                                                                          | 99  |
| 3.4.1.3 | Grundsätze für die Probenvorbereitung.....                                                                   | 101 |
| 3.4.1.4 | Analytik .....                                                                                               | 102 |
| 3.4.2   | Grundsätze der Bewertung von Analysendaten.....                                                              | 104 |
| 3.4.3   | Festlegung von Grenz-/ Richtwerten .....                                                                     | 105 |
| 3.4.4   | Anforderungen an die energetische Verwertung.....                                                            | 114 |
| 4       | Zusammenfassung der Vorschläge für eine Novellierung der Altholzverordnung und deren<br>Auswirkungen.....    | 119 |
| 5       | Abschätzung möglicher Auswirkungen der Novellierungsvorschläge .....                                         | 126 |
| 5.1     | Abschätzung der Auswirkungen einer Stärkung des Recyclings für ausgewählte<br>Altholzkategorien .....        | 126 |
| 5.1.1   | Auswirkungen auf Stoffströme .....                                                                           | 127 |
| 5.1.2   | Ökologische Auswirkungen.....                                                                                | 129 |
| 5.1.3   | Ökonomische Auswirkungen .....                                                                               | 131 |
| 5.2     | Abschätzung der Auswirkungen eines neuen Probenahmekonzeptes.....                                            | 134 |
| 5.3     | Abschätzung der Auswirkungen der Definition der Fachkunde für die Probenahme .....                           | 136 |



|        |                                                                                                        |     |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.4    | Abschätzung der Auswirkungen der Änderung des Bewertungsschemas und der<br>zugehörigen Grenzwerte..... | 137 |
| 5.5    | Abschätzung der Auswirkungen der Nutzung eines Qualitätszeichens.....                                  | 138 |
| 6      | Erfüllungsaufwand.....                                                                                 | 139 |
| 7      | Zusammenfassung.....                                                                                   | 142 |
| 8      | Quellenverzeichnis .....                                                                               | 147 |
| Anhang | .....                                                                                                  | 159 |

## Abbildungsverzeichnis

|               |                                                                                                                                                |     |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 1:  | Projektablauf .....                                                                                                                            | 32  |
| Abbildung 2:  | Übersicht der fünfstufigen Abfallhierarchie gemäß Art. 4 AbfRRL .....                                                                          | 35  |
| Abbildung 3:  | Regelwerke und Normen.....                                                                                                                     | 44  |
| Abbildung 4:  | Akteure des Altholzmarktes .....                                                                                                               | 46  |
| Abbildung 5:  | Anteil der Anlagen zur Altholzaufbereitung nach Handelsvolumen in Deutschland für das Jahr 2016 .....                                          | 48  |
| Abbildung 6:  | Anteil der Altholzaufbereitungsanlagen nach Handelsvolumen der Einzelanlagen am gesamten Handelsvolumen in Deutschland für das Jahr 2016 ..... | 49  |
| Abbildung 7:  | Produktionsstandorte der Holzwerkstoffindustrie im Jahr 2015 .....                                                                             | 50  |
| Abbildung 8:  | Holzabfälle gemäß Abfallbilanz in Deutschland 2016, aufgeteilt nach Wirtschaftszweigen .....                                                   | 55  |
| Abbildung 9:  | Altholzmengen nach Entsorgungswegen in Deutschland 2016 .....                                                                                  | 60  |
| Abbildung 10: | Aufkommen und Entsorgung von Altholz in Deutschland für das Jahr 2016.....                                                                     | 62  |
| Abbildung 11: | Altholzaufkommen in Deutschland nach Herkunftsbereich und Altholzkategorie für das Jahr 2016 .....                                             | 63  |
| Abbildung 12: | Aufkommen und Zusammensetzung der Altholzkategorien in Deutschland für das Jahr 2016 .....                                                     | 64  |
| Abbildung 13: | Zusammensetzung des Altholzes in Deutschland im Jahr 2016.....                                                                                 | 65  |
| Abbildung 14: | Preisentwicklung der Altholzsortimente in Deutschland seit 2009 .....                                                                          | 66  |
| Abbildung 15: | Abgrenzung von Wiederverwendung und Vorbereitung zur Wiederverwendung .....                                                                    | 83  |
| Abbildung 16: | Regionale Verteilung der Altholzaufbereiter, der Spanplattenwerke und der Feuerungsanlagen in Deutschland im Jahr 2016.....                    | 87  |
| Abbildung 17: | Anwendungsgebiete von Holz-Polymer-Verbundstoffen in Europa im Jahr 2012..                                                                     | 90  |
| Abbildung 18: | Prognose zur Produktion von Holz-Polymer-Verbundstoffen in Europa .....                                                                        | 91  |
| Abbildung 19: | Beispiel für eine Holzaufbereitung – einfacheres Verfahren, in Anlehnung an VDI 4087 (2016) .....                                              | 94  |
| Abbildung 20: | Beispiel für eine Holzaufbereitung – aufwändiges Verfahren, in Anlehnung an VDI 4087 (2016) .....                                              | 95  |
| Abbildung 21: | Herausforderung bei der Probenvorbereitung nach AltholzV .....                                                                                 | 101 |
| Abbildung 22: | Skizze zu Lageparametern bei normal- und lognormal verteilten Analysenwerten .....                                                             | 105 |
| Abbildung 23: | Abschätzung der Mengenentwicklung in den Verwertungswegen und Anlagenkategorien der energetischen Verwertung .....                             | 128 |
| Abbildung 24: | IST-Stand .....                                                                                                                                | 129 |
| Abbildung 25: | Betrachtete Szenarien mit höherem Anteil stofflicher Verwertung mit und ohne Kreislaufführung .....                                            | 129 |
| Abbildung 26: | Zusätzliche Einsparung an Treibhausgasemissionen durch Erhöhung der stofflichen Altholzverwertung (Vergleich zum IST-Stand).....               | 130 |
| Abbildung 27: | Anteile der Altholzkategorien am Handelsvolumen nach Sortierung in Deutschland für das Jahr 2016 .....                                         | 131 |
| Abbildung 28: | Angabe von Altholzaufbereitern zu Bedingungen für eine Steigerung der Sortierung zur stofflichen Verwertung .....                              | 132 |

## Tabellenverzeichnis

|             |                                                                                                                                                    |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tabelle 1:  | Anzahl der Akteure aus den Bereichen Aufbereitung und Entsorgung von Altholz (ausgewählte Aufbereitungs- und Entsorgungswege von Altholz*) .....47 |
| Tabelle 2:  | Beispiele für die „Zuordnung gängiger Altholzsortimente im Regelfall“ gem. AltholzV .....52                                                        |
| Tabelle 3:  | Zusammenstellung der für das Stoffstrommodell berücksichtigten Abfallschlüssel .....53                                                             |
| Tabelle 4:  | Altholzaufkommen in Deutschland (2016) gem. Abfallbilanz und Fachserie 19, Reihe 1 .....56                                                         |
| Tabelle 5:  | Altholzaufkommen in Deutschland 2016 .....57                                                                                                       |
| Tabelle 6:  | Import und Export von Altholz, Deutschland 2016 .....58                                                                                            |
| Tabelle 7:  | Definition der Altholzkategorien nach Altholzverordnung .....70                                                                                    |
| Tabelle 8:  | Vereinfachte Darstellung zur Zulässigkeit grenzüberschreitender Abfallverbringungen gemäß VVA .....79                                              |
| Tabelle 9:  | Verfahren zur stofflichen Verwertung von Altholz .....84                                                                                           |
| Tabelle 10: | Zusammensetzung von Holz-Polymer-Verbundstoffen .....91                                                                                            |
| Tabelle 11: | Stufen der Altholzaufbereitungsanlagen.....93                                                                                                      |
| Tabelle 12: | Grenzwerte der AltholzV für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur Herstellung von Holzwerkstoffen (Anhang I AltholzV) .....98                        |
| Tabelle 13: | Vorgaben verschiedener Regelwerke zur Probenahme .....100                                                                                          |
| Tabelle 14: | Fehlerwahrscheinlichkeiten der verschiedenen Teilschritte von Abfallanalysen .106                                                                  |
| Tabelle 15: | Ergebnisse aus einem Ringversuch zu Altholz .....107                                                                                               |
| Tabelle 16: | Analysenergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze .....108                                                                                        |
| Tabelle 17: | Aktuelle Qualitäten von Altholzhackschnitzeln zur stofflichen Verwertung.....109                                                                   |
| Tabelle 18: | Vorschlag für wissenschaftlich abgeleitete zukünftige Grenzwerte für die AltholzV .....110                                                         |
| Tabelle 19: | Erweiterte Vorschläge für zukünftige Grenzwerte für die AltholzV.....112                                                                           |
| Tabelle 20: | Typische Wertebereiche von festen Biomassebrennstoffen nach DIN EN ISO 17225 Teil 1 .....116                                                       |
| Tabelle 21: | Übersicht der Vorschläge für eine Novellierung der Altholzverordnung .....119                                                                      |
| Tabelle 22: | Auswirkungen der Anpassungsvorschläge .....126                                                                                                     |
| Tabelle 23: | Massenverteilung in den betrachteten Szenarien .....127                                                                                            |
| Tabelle 24: | Abschätzung der ökonomischen Auswirkungen einer Stärkung des Recyclings...133                                                                      |
| Tabelle 25: | Ökonomische Auswirkungen des vorgeschlagenen Probenahmekonzeptes.....134                                                                           |
| Tabelle 26: | Abschätzung der ökonomischen Auswirkungen der Definition der Fachkunde für die Probenahme je geschulter Person .....136                            |
| Tabelle 27: | Auswirkungen des Bewertungskonzeptes und der Grenzwertvorschläge.....137                                                                           |
| Tabelle 28: | Erfüllungskosten der Verwaltung .....139                                                                                                           |

## Abkürzungsverzeichnis

| Abkürzung             | Bedeutung                                 |
|-----------------------|-------------------------------------------|
| a                     | Anno (Jahr)                               |
| AbfRRL                | Abfallrahmenrichtlinie                    |
| AltholzV              | Altholzverordnung                         |
| a. n. g.              | anderweitig nicht genannt                 |
| approx.               | approximately                             |
| Art.                  | Artikel                                   |
| ASN                   | Abfallschlüsselnummer                     |
| AVV                   | Abfallverzeichnis-Verordnung              |
| BGBI                  | Bundesgesetzblatt                         |
| BImSchG               | Bundes-Immissionsschutzgesetz             |
| BImSchV               | Bundes-Immissionsschutzverordnung         |
| BPC                   | Bambus-Polymer-Verbundstoffe (Composites) |
| Bsp.                  | Beispiel                                  |
| bspw.                 | beispielsweise                            |
| BVT                   | beste verfügbare Technik                  |
| bzw.                  | beziehungsweise                           |
| ca.                   | circa                                     |
| CO                    | Kohlenmonoxid                             |
| CO <sub>2</sub>       | Kohlendioxid                              |
| CO <sub>2</sub> -Äqu. | Kohlendioxid-Äquivalent                   |
| Destatis              | Statistisches Bundesamt                   |
| d. h.                 | das heißt                                 |
| DIN                   | Deutsches Institut für Normung            |
| EBS                   | Ersatzbrennstoffe                         |
| EEG                   | Erneuerbare-Energien-Gesetz               |
| EfB                   | Entsorgungsfachbetrieb                    |
| EG                    | Europäische Gemeinschaft                  |
| einschl.              | einschließlich                            |
| etc.                  | et cetera                                 |
| EP                    | Einzelprobe                               |
| EU                    | Europäische Union                         |

| Abkürzung | Bedeutung                                                     |
|-----------|---------------------------------------------------------------|
| EU-KrWP   | Kreislaufwirtschaftspaket der EU                              |
| e. V.     | eingetragener Verein                                          |
| FAIMS     | Field Asymmetric Ion Mobility Spectrometry                    |
| FÜ        | Fremdüberwachung                                              |
| FWL       | Feuerungswärmeleistung                                        |
| GewAbfV   | Gewerbeabfallverordnung                                       |
| ggf.      | gegebenenfalls                                                |
| GmbH      | Gesellschaft mit beschränkter Haftung                         |
| GVM       | Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH                |
| HCH       | Hexachlorcyclohexan                                           |
| HDF       | Hartfaserplatte                                               |
| HSM       | Holzschutzmittel                                              |
| i. d. R.  | in der Regel                                                  |
| IED       | Industrieemissionsrichtlinie (Industrial Emissions Directive) |
| IMS       | Ionenmobilitäts-Spektrometrie                                 |
| inkl.     | inklusive                                                     |
| insbes.   | insbesondere                                                  |
| ISO       | Internationale Organisation für Normung                       |
| i. W.     | im Weiteren                                                   |
| Kap.      | Kapitel                                                       |
| KG        | Kommanditgesellschaft                                         |
| KrWG      | Kreislaufwirtschaftsgesetz                                    |
| LDF       | Low Density Fiberboard                                        |
| lutro     | lufttrocken                                                   |
| MBA       | mechanisch-biologische Abfallbehandlung                       |
| MBS       | mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlage                |
| MDF       | Mitteldichte Faserplatte                                      |
| Mg        | Megagramm                                                     |
| MVA       | Müllverbrennungsanlage                                        |
| MWh       | Megawattstunde                                                |
| NE-Metall | Nichteisen-Metall                                             |
| NIR       | Nahinfrarotspektroskopie                                      |

| Abkürzung       | Bedeutung                                                                                                         |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NOx             | Stickstoffoxide                                                                                                   |
| NRW             | Nordrhein-Westfalen                                                                                               |
| OECD            | Organisation for Economic Co-operation and Development                                                            |
| o. g.           | oben genannt                                                                                                      |
| OSB             | Grobspanplatte (oriented strand board)                                                                            |
| PAK             | polyaromatische Kohlenwasserstoffe                                                                                |
| PCB             | Polychlorierte Biphenyle                                                                                          |
| PCP             | Pentachlorphenol                                                                                                  |
| PCT             | Polychlorierte Terphenyle                                                                                         |
| PE              | Polyethylen                                                                                                       |
| PLA             | Polylactid Acid                                                                                                   |
| POP             | Persistent organic pollutant                                                                                      |
| PP              | Polypropylen                                                                                                      |
| PPK             | Papier, Pappe und Kartonagen                                                                                      |
| PU              | Polyurethan                                                                                                       |
| PVC             | Polyvinylchlorid                                                                                                  |
| RAL             | RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V. (ehemals Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen) |
| RDF             | Refuse Derived Fuels                                                                                              |
| RFA             | Röntgenfluoreszenzanalyse                                                                                         |
| s.              | siehe                                                                                                             |
| SMVA            | Sondermüllverbrennungsanlage                                                                                      |
| SO <sub>2</sub> | Schwefeldioxid                                                                                                    |
| sog.            | sogenannt                                                                                                         |
| s. u.           | siehe unten                                                                                                       |
| TA Luft         | Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft                                                                     |
| TM              | Trockenmasse                                                                                                      |
| u. a.           | unter anderem                                                                                                     |
| UBA             | Umweltbundesamt                                                                                                   |
| UZ              | Umweltzeichen                                                                                                     |
| v. a.           | vor allem                                                                                                         |
| VDI             | Verein Deutscher Ingenieure                                                                                       |

| Abkürzung | Bedeutung                                                           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------|
| VerpackG  | Verpackungsgesetz                                                   |
| VerpackV  | Verpackungsverordnung                                               |
| vgl.      | vergleiche                                                          |
| VVA       | Europäische Abfallverbringungs-Verordnung                           |
| WEEE      | Waste of Electrical and Electronic Equipment (Elektro- und          |
| WKI       | Fraunhofer Institut für Holzforschung Wilhelm-Klauditz-Institut WKI |
| WPC       | Wood-Polymer-Composites, Holz-Polymer-Verbundstoffe                 |
| XRT       | Röntgentransmissionsanalyse                                         |
| z. B.     | zum Beispiel                                                        |
| z. T.     | zum Teil                                                            |
| zz.       | zurzeit                                                             |
| zzgl.     | zuzüglich                                                           |

## Zusammenfassung

Die Altholzverordnung (2002a)<sup>3</sup> regelt die stoffliche und die energetische Verwertung sowie die Beseitigung von Altholz. Sie definiert die entsprechenden Anforderungen an eine schadlose und möglichst hochwertige Verwertung. Die stoffliche Verwertung findet dabei fast ausschließlich in der Holzwerkstoffindustrie statt. Die Gewinnung von Synthesegas zur weiteren chemischen Nutzung und die Herstellung von Aktiv- und Industriekohle (vgl. § 2 Satz 7 AltholzV) sind derzeit wenig relevant. Eine energetische Verwertung findet überwiegend in Altholzkraftwerken statt.

Seit Inkrafttreten der Altholzverordnung im Jahr 2002 haben sich diverse Veränderungen gegenüber dem damaligen Stand der Technik ergeben, die u. a. rechtliche Rahmenbedingungen sowie die Aufbereitungstechnik und die Qualitätsüberprüfung betreffen. Mit dem vorliegenden Projekt sollten die Regelungen der bestehenden Altholzverordnung<sup>4</sup> im Hinblick auf eine notwendige Novellierung überprüft und praxisnahe Anpassungsvorschläge erarbeitet werden.

Wesentliche Grundlage für die Bearbeitung waren vorhandene Literatur- und Datenquellen sowie Erfahrungen von und Gespräche mit verschiedenen Expertinnen und Experten aus den betroffenen Bereichen. Das Projekt wurde regelmäßig mit einem Begleitkreis diskutiert, der den jeweils erarbeiteten Stand im Rahmen von vier Workshops eingeordnet und das Projekt fachlich unterstützt hat. Zunächst erfolgte eine Bestandsaufnahme der aktuellen Situation am Altholzmarkt (vgl. Kapitel 2), bei der die Akteure und der Ablauf der Altholzsammlung, -aufbereitung und -verwertung ebenso berücksichtigt wurden wie relevante rechtliche Regelungen, technische Normen, Produktnormen etc.. Basierend auf einer durchgeführten Stoffstromanalyse wurde darüber hinaus ein Stoffstrommodell erstellt, in welchem Altholzmengen und -zusammensetzungen ebenso berücksichtigt wurden wie Erzeuger und Entsorger sowie Altholzexporte und -importe.

Die aktuellen Regelungen der Altholzverordnung wurden vollständig evaluiert, wobei die Bearbeitung in vier Schwerpunktthemen erfolgte (vgl. Kapitel 3):

1. Erfassung und Lenkung von Altholzströmen,
2. Neue Aspekte und Anforderungen bei der Altholzverwertung,
3. Altholzaufbereitung – Stand der Technik bei der Aufbereitung und Möglichkeiten der Schadstoffentfrachtung,
4. Qualitätssicherung bei der Altholzverwertung.

Die Struktur und die Ziele der separaten Erfassung, Aufbereitung und anschließenden Verwertung der Altholzverordnung haben sich in der Praxis bewährt und sollten beibehalten und an den aktuellen technischen Fortschritt und neue Anforderungen angepasst werden.

Die dazu abgeleiteten Lösungsansätze wurden zusammengefasst (vgl. Kapitel 3.4.4) und qualitativ und / oder quantitativ bewertet (vgl. Kapitel 5).

### ► Aktuelle Situation am Altholzmarkt

Das Altholzaufkommen in Deutschland betrug im Jahr 2016 ca. 10 Mio. Mg/a, wobei relevante Mengen vor allem im Bau- und Abbruchbereich sowie in der Holzbe- und -verarbeitung anfielen (vgl. Kapitel 2.4). Holz aus Bau- und Abbruchabfällen bestand vor allem aus Altholz der Kategorie A II (67 %). Althölzer der Kategorien A I und A IV spielten mit Anteilen von 17 % bzw. 16 % eine geringere Rolle. Altholz aus der Holzbe- und -verarbeitenden Industrie war aus den Kategorien A I (ca. 72 %) und A II (28 %) zusammengesetzt. Ähnliches galt für Althölzer aus Verpa-

<sup>3</sup> Bundesregierung (2002a)

<sup>4</sup> Bundesregierung (2002a)



ckungen, wobei diese zusätzlich zu den Altholzkategorien A I (74 %) und A II (25 %) noch geringe Anteile A IV-Althölzer enthielten. Holz aus Sperrmüll und Holz aus Siedlungsabfällen bestand ebenfalls überwiegend aus Altholz der Kategorie A II (80 % bzw. 81 %). Der Anteil an A III-Altholz betrug lediglich ca. 9 % (Holz aus Siedlungsabfall) bzw. 5 % (Holz aus Sperrmüll). Bei allen anderen Herkunftsbereichen spielte Altholz der Kategorie A III keine bzw. eine untergeordnete Rolle. Die Hölzer aus dem Netto-Import wiesen in 2016 einen Anteil von ca. 55 % an A I-Althölzern auf. Der Anteil der Althölzer der Kategorie A II betrug 24 %, derjenige der Kategorie A IV ca. 21 %.

Aus den hier dargestellten Zusammensetzungen der Althölzer verschiedener Herkunftsbereiche wurde eine Gesamtzusammensetzung abgeleitet. Demnach bestand anfallendes Altholz im Jahr 2016 überwiegend aus den Altholzkategorien A I (38 %) und A II (50 %) und damit aus den Altholzkategorien, die sowohl stofflich als auch energetisch verwertet werden können. Altholz der Kategorie A III hatte kaum eine Bedeutung (1 %). Die Kategorie A IV hatte einen Anteil von ca. 11 % am Gesamtaufkommen und stammte überwiegend aus dem Bau- und Abbruchbereich sowie aus dem Netto-Import.

Die hier dargestellte Zusammensetzung des Altholzes in Deutschland ist dabei als Potenzial zu sehen, da Altholzgemische (wie z. B. Sperrmüll) den einzelnen Altholzkategorien und nicht, wie nach der Regelvermutung, vollständig der Kategorie A III zugeordnet wurden.

Im Jahr 2016 wurde Altholz in 1.056 Altholzaufbereitungsanlagen behandelt, deren Kapazitäten zwischen < 500 Mg/a und > 50.000 Mg/a (bis ca. 200.000 Mg/a) lagen. Circa 75 % der Altholzaufbereitungsanlagen wiesen dabei eine Aufbereitungskapazität von geringer als 5.000 Mg/a auf. Große Aufbereitungsanlagen (> 50.000 Mg/a) hatten einen Anteil von 4 % an den Aufbereitungsanlagen.

Die je Anlagengröße aufbereitete Altholzmenge zeigte, dass ca. 50 % des aufbereiteten Altholzes aus Aufbereitungsanlagen mit einer Kapazität von > 50.000 Mg/a stammte. Anlagen < 5.000 Mg/a hatten einen Anteil am aufbereiteten Altholz von lediglich ca. 15 %.

Um die stofflich bzw. energetisch verwerteten Altholz mengen abschätzen zu können, wurden ebenfalls statistische Daten<sup>5</sup> sowie weitere Literaturquellen<sup>6,7,8</sup> genutzt. Auf dieser Basis ergab sich für das Gesamtaufkommen an Altholz in Deutschland (2016, ca. 10,0 Mio. Mg) ein energetisch verwerteter Anteil von ca. 79 %. Weitere 15 % des Altholzaufkommens wurden stofflich verwertet und ca. 6 % beseitigt.

Im Rahmen der Evaluierung wurde die Altholzverordnung (2002a) vollständig überprüft (vgl. Kapitel 3). Zentrales Ergebnis ist, dass die Struktur und die Ziele der separaten Erfassung, Aufbereitung und anschließenden Verwertung sich in der Praxis bewährt haben. Sie sollten beibehalten und an den aktuellen technischen Fortschritt angepasst werden. Hierzu wurden insgesamt 28 Änderungsvorschläge erarbeitet und bewertet. Im Folgenden werden die relevanten Ergebnisse der Arbeiten zusammenfassend dargestellt, wobei der Fokus auf den erforderlichen Änderungen liegt. Aspekte, die in einer novellierten Altholzverordnung beibehalten werden sollten, sind in Kapitel 3 dargestellt.

---

<sup>5</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b)

<sup>6</sup> Döring, P. et al. (2018a)

<sup>7</sup> Döring, P.; Mantau, U. (2018)

<sup>8</sup> Schüler, K. (2018)

## Erfassung und Lenkung von Altholzströmen

Lenkungswirksame Vorgaben der Altholzverordnung sind die getrennte Erfassung an der Anfallstelle (§ 10 AltholzV) und die Zuordnung zu Altholzkategorien (Anhang 1 AltholzV). Diese haben sich in der Praxis bewährt. Die Altholzkategorien A I – A IV ermöglichen die Ansteuerung verschiedener Verwertungswege und sollten im Sinne einer optimalen Verwertung beibehalten werden. Lediglich bei der Altholzkategorie III wird Anpassungsbedarf gesehen, da die jetzige Definition „...halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung“ ein großes Spektrum an Stoffen abdeckt, die mit der Formulierung nicht gemeint waren. Ziel war vielmehr PVC in der Beschichtung zu adressieren, so dass hier eine Konkretisierung der Formulierung vorgeschlagen wurde.

Für die Zuordnung von Altholz zu verschiedenen Altholzkategorien ist nach aktueller AltholzV die Sachkunde des handelnden Personals erforderlich, die bislang nicht ausreichend konkretisiert war. Daher wurde im Rahmen des Projektes ein Vorschlag für die Sachkundanforderungen erarbeitet. Darüber hinaus sind mittlerweile verschiedene Echtzeitanalysesysteme am Markt (RFA; NIR; XRT), die die Zuordnung von Altholz unterstützen können und somit grundsätzlich in die AltholzV aufgenommen werden sollten.

Weitere lenkungswirksame Vorgaben im Kreislaufwirtschaftsgesetz sind die fünfstufige Abfallhierarchie (§ 6 KrWG), die Frage der Hochwertigkeit der Verwertung, die nach § 8 Abs. 1 Satz 1 KrWG durch die Bundesregierung festgelegt werden kann, oder auch die Kaskadennutzung. Diese sind bei einer Novellierung der AltholzV zu berücksichtigen (s. u.).

### ► Stärkung der Vorbereitung zur Wiederverwendung und des Recyclings

Mit Einführung der fünfstufigen Abfallhierarchie durch die europäische Abfallrahmenrichtlinie<sup>9</sup> und deren Umsetzung im Kreislaufwirtschaftsgesetz<sup>10</sup> haben die Abfallvermeidung und die Vorbereitung zur Wiederverwendung Vorrang vor dem Recycling und der energetischen Verwertung. Dabei liegt die Abfallvermeidung außerhalb der abfallrechtlichen Regelungen, da diese ansetzt, bevor ein Stoff zu einem Abfall geworden ist. Zur Vorbereitung zur Wiederverwendung zählt jedes Verwertungsverfahren der Prüfung, Reinigung und Reparatur, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile von Erzeugnissen, die zu Abfällen geworden sind, so vorbereitet werden, dass sie ohne weitere Vorbehandlung wiederverwendet werden können. Aufgrund der Vorgaben im KrWG<sup>11</sup> ist diese Verwertungsstufe in einer novellierten AltholzV grundsätzlich zu berücksichtigen. Auch wenn das Potenzial der Vorbereitung zur Wiederverwendung für Altholz als eher gering eingestuft wird, wird empfohlen, diese für Holz aus dem Sperrmüll oder aus dem selektiven Rückbau durch Aufnahme in eine novellierte AltholzV zu stärken.

Die stoffliche Verwertung von Altholz findet fast ausschließlich in der Holzwerkstoffindustrie zur Herstellung von Spanplatten statt. Ein Altholzeinsatz bei der Produktion von OSB-Platten ist bislang aufgrund von Produktanforderungen eher limitiert, es finden dazu derzeit jedoch Versuche statt.<sup>12</sup> Bei MDF-Platten bleibt der Einsatz aufgrund des anfälligen Produktionsprozesses eher begrenzt.

In Deutschland produzierte Spanplatten wiesen im Jahr 2016 einen Altholzanteil von ca. 27 %, bzw. 1,5 Mio. Mg/a<sup>13</sup> auf. Diesem standen ca. 9 Mio. Mg/a an A I- und A II-Altholz gegenüber.

<sup>9</sup> Europäisches Parlament und Rat der EU (2008b)

<sup>10</sup> Bundesregierung (2012)

<sup>11</sup> Bundesregierung (2012)

<sup>12</sup> Strohmeyer, A. (2019)

<sup>13</sup> Döring, P. et al. (2018a)

Da es aber keine generellen technischen Beschränkungen des Altholzanteils in Spanplatten gibt, wäre der Einsatz von Altholz in der Spanplattenindustrie zu steigern. Der VHI spricht hier von einem Einsatz von ca. 2 Mio. Mg/a, was einem Altholzanteil von nahezu 40 % in der Spanplatte entspricht. Im europäischen Ausland produzierte Spanplatten enthalten z. B. Altholzanteile von 61 % (Dänemark) bis zu 90 % (Italien).<sup>14</sup> Während Dänemark dabei die deutsche AltholzV nutzt und die dort genannten Grenzwerte anwendet, hat Italien keine spezielle Gesetzgebung für Holzabfälle.<sup>15</sup>

Da mit dem Einsatz von A I-Altholz in der Holzwerkstoffindustrie die mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz unterstützte Kaskadennutzung in besonderem Maße gestärkt wird, ist ein möglichst hoher Einsatz an A I-Altholz bei der stofflichen Verwertung anzustreben. Einschränkend ist zu berücksichtigen, dass A I-Altholz auch in Feuerungsanlagen nach der 1. BImSchV eingesetzt wird. Dieses soll auch zukünftig möglich bleiben. Darüber hinaus wird Altholz der Kategorie A I mengenmäßig nicht vollständig separat erfasst bzw. kann nicht vollständig separat erfasst werden.

Darüber hinaus weist die Verteilung der Spanplattenwerke regionale Schwerpunkte auf (vgl. Kapitel 2.2), so dass sich bei ausschließlich stofflicher Verwertung von A I-Altholz z. T. lange Transportentfernungen ergeben würden, die aufgrund ökologischer und ökonomischer Aspekte zu vermeiden sind. Unter Berücksichtigung einer Transportentfernung von 150 km, die der im Jahr 2015 überwiegenden Transportentfernung für Holzhackschnitzel zur stofflichen Verwertung entsprach<sup>16</sup>, lägen ca. 60 % der Altholzaufbereitungsanlagen nicht im Einzugsbereich eines Spanplattenherstellers. Würde der Radius auf 250 km vergrößert, wären noch 21 % der Aufbereitungsanlagen außerhalb der hier betrachteten Einzugsgebiete, haben aber i. d. R. zumindest eine energetische Verwertungsanlage in ihrer näheren Umgebung.

Auch zukünftig sollte es möglich sein, A I- und A II-Althölzer bei Einhaltung der entsprechenden Qualitätsanforderungen einer stofflichen Verwertung zuzuführen. Daher wird eine altholzklassenspezifische Zuordnung zu den Verwertungswegen vorgeschlagen:

- Vorrangige stoffliche Verwertung von separat erfasstem Altholz der Klasse A I,
- Gleichrangige stoffliche und energetische Verwertung von separat erfasstem Altholz der Klasse A II, sofern bei der energetischen Verwertung Anlagen mit einer entsprechenden Energieeffizienz genutzt werden.

Dabei wären die technische Machbarkeit und die wirtschaftliche Zumutbarkeit ebenfalls zu berücksichtigen.

### ► Neue Holzprodukte

Erzeugnisse aus Holzwerkstoffen unterliegen ebenso wie Vollholzprodukte der Altholzverordnung, sobald sich der Besitzer ihrer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. Bisher am Markt etablierte Holzwerkstoffe bestehen aus industriell gefertigten, zumeist plattenförmigen Materialien aus miteinander verleimten Holzteilen<sup>17</sup> und werden grundsätzlich in Spanplatten (z. B. Flachpress-, Strangpressplatten, zementgebundene Spanplatten), OSB (Grobspanplatten),

<sup>14</sup> Strohmeyer, A. (2019)

<sup>15</sup> Reindahl Andersen, M., et al. (2018)

<sup>16</sup> Döring, P. et al. (2017)

<sup>17</sup> VHI (2018a)

Holzfasерplatten (poröse, harte, mittelharte und mitteldichte Faserplatten) sowie Sperrholzplatten (z. B. Furnier-, Stab-, Stäbchensperrholz, Furnierschichtholz) eingeteilt.<sup>18</sup> In den letzten Jahren werden darüber hinaus sogenannte Holz-Polymer-Verbundstoffe (Wood-Plastic-Composites, WPC), vor allem im Außenbereich eingesetzt. In Europa werden diese vor allem als Terrassendielen (67 %) und in der Autoinnenausstattung (24 %) verwendet. Verkleidungen und Zaunbau haben einen Anteil von 6 %.

In Deutschland gehen derzeit ca. 60.000 Mg/a Holz-Polymer-Verbundstoffe in den Markt. Mit einem relevanten Rücklauf im Entsorgungsmarkt wird in ca. fünf bis zehn Jahren gerechnet.<sup>19</sup>

Grundsätzlich setzen sich WPC aus Holzfasern oder Holzmehlen (30 – 85 %), Kunststoff (15 – 70 %) und Additiven (0,2 – 4 %) zusammen, deren Anteile in Abhängigkeit des Einsatzbereiches variieren. Aufgrund der Holzanteile können WPC derzeit somit unter die AltholzV fallen (WPC mit Holzanteilen > 50 %). Diese wären dann in Abhängigkeit der enthaltenen Kunststoffart unterschiedlichen Altholzkategorien zuzuordnen. PE- und PP-gebundenes WPC wäre der Kategorie A II, PVC-gebundenes WPC der Kategorie A III zuzuordnen. Eine optische Unterscheidung nach Holzanteil sowie Kunststoffart und -anteil ist nicht möglich.

Da die Verfahren zur energetischen Verwertung von Altholz nicht auf hohe Kunststoffanteile ausgelegt sind und Altholz-WPC-Gemische nicht für eine Verwertung in der Holzwerkstoffindustrie geeignet sind, wird empfohlen, WPC bei der Novellierung der Altholzverordnung explizit vom Altholzbegriff bzw. vom Anwendungsbereich der Verordnung auszuschließen.

Dieses wird auch durch die DIN CEN/TS 15534<sup>20</sup>, in der WPC-Verbundstoffe beschrieben werden, gestützt. Hiernach sollten WPC nicht als eine spezielle Art von Holz betrachtet werden, sondern als eigenständiger Werkstoff mit spezifischen Eigenschaften, welcher bei Aufbau eines getrennten WPC-Recyclingkreislaufs wieder zu WPC recycelt werden kann.<sup>21</sup> Neben WPC könnten zukünftig weitere neue „Holzprodukte“ wie z. B. Vinylböden auf HDF-Trägerplatten<sup>22 23</sup> oder auch Bambusprodukte<sup>24</sup> auftreten, die mit einer entsprechenden Formulierung in der AltholzV ggf. ebenfalls ausgeschlossen werden könnten.

### ► Stand der Aufbereitungstechnik und Möglichkeiten zur Schadstoffentfrachtung

In Abhängigkeit des Anlageninputs und der Anlagengröße variieren die eingesetzten Aufbereitungsaggregate, mit denen v. a. die Herabsetzung der Korngrößen, die Beeinflussung der Korngrößenverteilung und die Ausschleusung von Störstoffen erfolgen soll.<sup>25</sup> In einfacheren mobilen oder stationär errichteten Anlagen findet i. W. eine Vorsortierung des Inputs, eine ein- oder zweistufige Zerkleinerung und eine Eisenmetallabscheidung statt. Aufwändiger ausgeführte Anlagen haben darüber hinaus diverse weitere Aufbereitungsstufen installiert, wie z. B. Siebung(en), NE-Abscheidung(en), Leichtstoffabscheidung. Eine Sortierung mit Nahinfrarotspektroskopie (NIR), die u. a. zur Abtrennung von Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung (PVC) eingesetzt werden kann, ist zz. nur vereinzelt vorhanden.

In der derzeitigen Altholzverordnung wird die Ausgestaltung der Altholzaufbereitung nicht spezifiziert. Aktuellere Verordnungen definieren dagegen teilweise Mindestanforderungen an die

<sup>18</sup> Tischler Schreiner Deutschland (2015)

<sup>19</sup> Strohmeyer, A. (2019)

<sup>20</sup> DIN CEN/TS 15534-2:2007-08

<sup>21</sup> Strohmeyer (2019)

<sup>22</sup> Daedelow shop (2018)

<sup>23</sup> Steinert (2018)

<sup>24</sup> Gahle, Brunnert (2008)

<sup>25</sup> VDI (2016)

Aufbereitung. So gibt die aktuelle Gewerbeabfallverordnung Mindeststandards für das Aussortieren von stofflich verwertbaren Abfällen aus gemischt erfassten Gewerbeabfällen vor (z. B. § 6 Abs. 1 GewAbfV<sup>26</sup> i. V. m. der Anlage zur GewAbfV). Altholzaufbereitungsanlagen werden dagegen mit dem Ziel errichtet, aus bereits separat erfasstem Altholz verwertbare Outputströme aufzubereiten. Deren technische Ausgestaltung ist somit immer über das aufzubereitende Material, den Verwertungsweg und die hierfür erforderlichen Qualitäten definiert. Bei der Altholzentsorgung variieren sowohl die aufzubereitenden Stoffströme (nach den vier Altholzkategorien) als auch die angesteuerten Verwertungswege (stofflich, energetisch) und deren Qualitätsanforderungen.

Aus diesen Gründen sollten bei einer Novellierung der AltholzV auch zukünftig die Altholzkategorien sowie die erforderlichen Qualitätsanforderungen für die Verwertung von Altholz definiert werden, ohne eine spezifische Aufbereitungstechnik vorzugeben. Damit bleibt die Altholzaufbereitung auch für technische Weiterentwicklungen offen.

### ► Qualitätssicherung bei der Altholzaufbereitung und Verwertung

Im Rahmen der Qualitätssicherung bei der Altholzaufbereitung und -verwertung wurden die Aspekte der Probenahme, Probenaufbereitung, Analytik, Datenauswertung und Bewertung von Analysen vollständig aktualisiert und entsprechend überarbeitet.

Hierbei wurden die prozessbegleitende Probenahme sowie die grundsätzliche Chargengröße (500 Mg) beibehalten. Für kleine Anlagen, die ca. 75 % der Aufbereitungsanlagen ausmachen, wird vorgeschlagen, dass Anlagen, die weniger als 6.000 Mg/a Altholzhackschnitzel zur stofflichen Verwertung produzieren, die Chargengröße soweit reduzieren, dass mindestens Monatsmischproben erreicht werden. Bei Anlagen mit sehr hohen Durchsätzen könnte darüber hinaus eine Abweichung von der 500 Mg-Charge hin zu größeren Chargen festgelegt werden, wenn die sichere Einhaltung der Grenzwerte über einen definierten Zeitraum nachgewiesen wurde und ein adäquates Qualitätssicherungssystem verwendet wird.

Grundsätzlich ist eine automatisierte Probenahme zu bevorzugen, da mit dieser eine regelmäßige unabhängige Entnahme von Einzelproben gewährleistet werden kann.

Details wie die Anzahl und das Volumen der Einzelproben, das Probenahmegefäß, das Vorgehen bei der Probenhomogenisierung und -reduktion, das Volumen der Laborprobe etc. wurden auf Grundlage aktueller Vorgaben zur Probenahme und -vorbereitung<sup>27</sup> an die jeweilige Korngröße angepasst. Das Probenahmekonzept kann somit sowohl für die Untersuchung von Altholzhackschnitzeln zur stofflichen als auch zur energetischen Verwertung angewendet werden.

Darüber hinaus wurde ein Vorschlag für die Fachkunde des Personals für die Probenahme erarbeitet. Diese wird bereits nach aktueller AltholzV gefordert, ist aber bislang nicht ausreichend konkretisiert. Auch die Analytik sowie die Qualitätsprüfung in der Eigen- und Fremdüberwachung wurden überprüft und angepasst.

Die Beurteilung der Altholzhackschnitzel zur stofflichen Verwertung wurde überarbeitet, da Abfallanalysen überwiegend asymmetrisch linkssteil (lognormal) verteilt sind.<sup>28</sup> Dieses konnte auch für die Parameter der Altholzverordnung für Hackschnitzel zur stofflichen Verwertung bestätigt werden.<sup>29</sup> Die Beurteilung des gleitenden Durchschnitts als arithmetischer Mittelwert

<sup>26</sup> Bundesregierung (2017a)

<sup>27</sup> Bundesregierung (2002a), LAGA (2001), DIN EN 15442 (2011), DIN EN ISO 18135:2017, Bundesregierung Österreich (2018), RAL (2012)

<sup>28</sup> Uerkvitz, R.; Goetz, D. (1997)

<sup>29</sup> Flamme, S. et al. (2019)



(gemäß § 3 Abs. 1 AltholzV) ist daher nicht geeignet, da diese eine Normalverteilung der Analysenwerte voraussetzt. Bei linkssteilen Verteilungen ist der Median als verteilungsunabhängiger Lageparameter vorzuziehen. Dieser ist robust gegenüber Ausreißern und unbeeinflusst von wenigen rechtsliegenden Werten. Bei Vorliegen einer Normalverteilung würde dieser dem arithmetischen Mittelwert entsprechen.

Bei der Bewertung von Analysen mit dem Lageparameter „Median“ ist auch die Angabe einer oberen Grenze erforderlich; diese sollte durch das 80. Perzentil erfolgen. Diese Vorgehensweise ist z. B. mit der „vier-von-fünf-Regel“ auch in der Abwasserverordnung<sup>30</sup> (§ 6 Abs. 1) festgelegt. So wie der Median ist das Perzentil verteilungsunabhängig. Diese statistischen Kenngrößen können nur auf Grundlage von mindestens zehn Analysenwerten seriös abgeleitet werden, so dass zukünftig ein Datenkollektiv von jeweils zehn Messwerten zur Beurteilung herangezogen werden sollte. Eine entsprechende statistische Datenauswertung (Median / 80. Perzentil über zehn Werte), wie sie z. B. in der DIN EN 15359<sup>31</sup> festgelegt ist, kann über ein geschlossenes Intervall z. B. von jeweils zehn separat zu beurteilenden Werten oder in Form einer gleitenden Betrachtung festgelegt werden. Um mit jeder neuen Analyse eine Auswertung durchführen zu können, wird für ein zukünftiges Beurteilungskonzept eine gleitende Betrachtung (Median / 80.-Perzentil über zehn Werte) vorgeschlagen. Diese Art der Bewertung ist in Österreich mit der aktuellen RecyclingholzV<sup>32</sup> bereits festgelegt. Im Rahmen der DIN EN 15359 und im RAL-GZ 724<sup>33</sup> wird ebenfalls eine Bewertung über die genannten Lageparameter, allerdings als abgeschlossenes 10er-Intervall, vorgenommen. Zudem wurde diese Bewertung bereits in die VDI 3462 Blatt 4 in Anhang B 3<sup>34</sup> sowie in Genehmigungen von Mitverbrennungsanlagen sowie EBS-Kraftwerken aufgenommen.

Bei einem Wechsel zu einer Auswertung der Lageparameter Median und 80. Perzentil ist eine Neufestlegung der entsprechenden Grenzwerte erforderlich. Diese muss so erfolgen, dass keine umweltrelevanten Auswirkungen hervorrufen werden, ggf. geltende Rechtsverordnungen berücksichtigt sind, und die Werte auch rechtssicher eingehalten werden können. Hierbei sind die Unsicherheiten, die trotz aller getroffenen Maßnahmen zur Qualitätssicherung bei der Probenahme, -vorbereitung und -analytik auftreten können und die sich über den Gesamtprozess akkumulieren ebenso zu berücksichtigen, wie die Bestimmungsgrenzen der jeweiligen Analysemethoden und die Streubreiten, die zwischen verschiedenen Laboren auftreten können.

Im Rahmen des Projektes „Erstellung einer wissenschaftlichen Empfehlung zur prozessbegleitenden Probenahme und Analytik von Altholz“<sup>35</sup> wurde das hier vorgeschlagene Probenahmekonzept in 20 verschiedenen Aufbereitungsanlagen für die Beprobung von Altholzhackschnitzeln zur stofflichen Verwertung umgesetzt. Die entnommenen Proben (10 je Anlage) wurden auf die Parameter der Altholzverordnung (2002) untersucht und bildeten die Grundlage zur Ableitung aktueller Qualitäten von Altholzhackschnitzeln zur stofflichen Verwertung.

Für die Abschätzung der aktuellen Qualitäten von Altholzhackschnitzeln **in Verbindung mit dem vorgeschlagenen Bewertungssystem** wurden die verteilungsunabhängigen Lageparameter Median und 80. Perzentil, unter Berücksichtigung von jeweils 10 Analysen, mit Hilfe eines Zufallsgenerators abgeleitet.

<sup>30</sup> Bundesregierung (2018b)

<sup>31</sup> DIN EN 15359 (2012)

<sup>32</sup> Bundesregierung Österreich (2018)

<sup>33</sup> RAL (2012)

<sup>34</sup> VDI (2009)

<sup>35</sup> Flamme, S. et al. (2019), Schrägle (2015), LfU (2015)

## ► Abschätzung möglicher Auswirkungen der Novellierungsvorschläge auf die Stoffströme sowie ökologische und ökonomische Aspekte

Alle abgeleiteten Novellierungsvorschläge wurden zunächst qualitativ in Bezug auf die Auswirkungen auf Stoffströme, ökologische und ökonomische Aspekte eingeordnet. Dabei ergab sich, dass die meisten Änderungsvorschläge keine relevanten Änderungen erwarten lassen, sondern i. W. zur Aktualisierung und Anpassung an die technischen Neuerungen und die Praxis der Altholzentorgung dienen.

Lediglich der Vorrang der stofflichen Verwertung für Altholz der Kategorie I wurde intensiver auf die drei genannten Aspekte untersucht. Darüber hinaus wurden i. W. die ökonomischen Auswirkungen des neuen Probenahmekonzeptes qualitativ untersucht.

Für die Auswirkungen der Stärkung des Recyclings durch einen Vorrang der stofflichen Verwertung für Altholz der Kategorie A I wurden zwei verschiedene Szenarien geprüft. Ausgehend von den im Jahr 2016 stofflich verwerteten Altholzmengen in Höhe von 1,5 Mio. Mg/a wurden in Szenario 1 weitere 0,5 Mio. Mg/a und im Szenario 2 weitere ca. 1,8 Mio. Mg/a stofflich verwertet. Im Szenario 1 erhöht sich die stofflich verwertete Altholzmenge somit auf 2 Mio. Mg/a. Für Szenario 2 wurde ein Altholzanteil in der Spanplatte von ca. 60 % bei gleichbleibender Spanplattenproduktion angenommen. Für die energetische Verwertung wären diese stofflich verwerteten Mengen dann nicht mehr verfügbar. Dieses führt in Szenario 1 dazu, dass je Anlagenkategorie (44. BImSchV- und 17. BImSchV-Anlagen) zwischen 6 % und 8 % weniger Altholz zur Verfügung steht. Im Szenario 2 würden sich die energetisch verwerteten Altholzmengen je Anlagenkategorie um zwischen 21 % und 27 % verringern.

Darüber hinaus wurden die Auswirkungen der Stärkung des Recyclings auf ökologische Aspekte an Hand von Kennzahlen abgeschätzt. Dabei wird deutlich, dass die derzeitige Verwertung von Altholz mit den hier angesetzten Rahmenbedingungen ca. 3,9 Mio. Mg CO<sub>2</sub>-äq/a an Treibhausgasen einspart und somit bereits jetzt einen relevanten Beitrag zum Klimaschutz leistet. Dieser kann durch Erhöhung des Anteils der stofflichen vor der energetischen Verwertung noch geringfügig gesteigert werden. Für die hier betrachteten Szenarien der Steigerung der stofflichen Verwertung erhöht sich die Einsparung der Treibhausgasemissionen um ca. 1 bis 3 %. Wird das Altholz mehrfach stofflich verwertet, so erhöht sich die Einsparung an Treibhausgasen auf 2 bis 5 %. Grundsätzlich sollte somit auch aus Klimaschutzgesichtspunkten eine stoffliche vor der energetischen Verwertung erfolgen, wobei die wirtschaftliche Zumutbarkeit und die technische Machbarkeit zu berücksichtigen sind.

Für die zusätzlich stofflich zu verwertenden Mengen wurden spezifische Kosten zwischen 0,51 und 0,65 €/Mg\*a abgeschätzt. Hierin sind sowohl die Kosten für zusätzliche Analysen als auch zum Erwerb und Erhalt der Fachkunde für die Probenahme enthalten. Im Szenario 2 (Erhöhung der stofflichen Verwertung auf 3,2 Mio. Mg/a) wurden darüber hinaus Investitionskosten für eine teilweise erforderliche Erweiterung von Lagerkapazitäten und eine Anpassung der Aufbereitungstechnik berücksichtigt.

Bei den Anpassungen der Probenahme, des Bewertungskonzepts und der zugehörigen Grenzwerte werden keine Änderungen in den Stoffströmen und den ökologischen Aspekten erwartet. Auch die qualitative Bewertung der ökonomischen Auswirkungen lässt keine relevanten Änderungen erwarten. Bei der Probenaufbereitung könnte die Durchführung einer Zwischenzerkleinerung vor der Probenreduktion weitere Kosten verursachen. Diese würde aber nur vereinzelt erforderlich und durch einen geringeren nachgelagerten Aufwand (z. B. beim Probenversand oder bei der Probenaufbereitung im Labor) wieder reduziert.

## Summary

The Waste Wood Ordinance (2002)<sup>36</sup> regulates the material and energy recovery as well as the disposal of waste wood. It defines the corresponding requirements for a recovery process that is both harmless and as high-quality as possible. Material recycling takes place almost exclusively in the wood-based panel industry. The extraction of synthesis gas for further chemical use and the production of activated and industrial carbon (cf. § 2 sentence 7 AltholzV) are currently of little relevance. Energy recovery mainly takes place in waste wood power plants.

Since the Waste Wood Ordinance came into force in 2002, there have been various changes concerning the state of the art, including legal framework conditions, treatment technology and quality control. The purpose of this project was to review the provisions of the existing Waste Wood Ordinance<sup>37</sup> with a view to a necessary amendment and to develop practical proposals for adaptation.

The main basis for the assessment was existing literature and data as well as experiences of and discussions with various experts and stakeholders from the areas concerned. The project was regularly discussed with an accompanying group of experts, which classified the currently achieved status in four workshops and provided technical support for the project. The first step was to take stock of the current situation on the waste wood market (see Chapter 2), taking into account the players and the process of waste wood collection, treatment and recycling, as well as relevant legal regulations, technical standards, product standards, etc.. Based on a material flow analysis, a material flow model was developed which took into account waste wood quantities and compositions, producers and disposers as well as waste wood exports and imports.

The current provisions of the Waste Wood Ordinance were fully evaluated, with four main topics being dealt with (cf. Chapter 3):

1. recording and control of waste wood flows,
2. new aspects and requirements in the recycling of waste wood,
3. waste wood treatment - state of the art in the treatment and possibilities of reducing harmful substances,
4. quality assurance in the recycling of waste wood.

The structure and objectives of the separate collection, treatment and subsequent recycling of the Waste Wood Ordinance have proved their work in practice and are to be maintained and adapted to technical progress and new requirements.

The solutions derived for this purpose were summarised (cf. Chapter 3.4.4) and evaluated qualitatively and / or quantitatively (cf. Chapter 5).

### ► Current situation on the waste wood market

In 2016, the volume of waste wood in Germany amounted to approx. 10 million Mg/a, with relevant quantities occurring primarily in the construction and demolition sector as well as in wood-processing (cf. Chapter 2.4). Wood from construction and demolition waste consisted mainly of category A II waste wood (67 %). Waste wood of categories A I and A IV played a smaller role with shares of 17 % and 16 % respectively. Waste wood from the wood-processing industry was from categories A I (approx. 72 %) and A II (28 %).

---

<sup>36</sup> Bundesregierung (2002a)

<sup>37</sup> Bundesregierung (2002a)



The same was true for waste wood from packaging, which, in addition to waste wood categories A I (74 %) and A II (25 %) also contained small amounts of A IV waste wood. Wood from bulky waste and wood from municipal waste also consisted mainly of category A II waste wood (80 % and 81 % respectively). The share of A III waste wood was 9 % (wood from municipal waste) and 5 % (wood from bulky waste). In all other areas of origin, waste wood of category A III played no or only a minor role. In 2016, wood from net imports accounted for approx. 55 % of A I waste wood. The share of waste wood from category A II was 24 %, that of category A IV approx. 21%.

Based on the composition of waste woods of different origins in Germany shown here, an overall composition was derived. Accordingly, the waste wood produced in 2016 consisted mainly of the waste wood categories A I (38 %) and A II (50 %) and thus of those waste wood categories which can be utilized both materially and energetically. Waste wood of category A III had hardly any significance (1 %). Category A IV accounted for approx. 11 % of the total volume and came mainly from the construction and demolition sector as well as from net imports.

The composition of waste wood in Germany presented here can be seen as a potential, since waste wood mixtures (e. g. bulky waste) have been assigned to the individual waste wood categories and not, as given in the legal presumption, completely to category AIII.

In 2016, waste wood was treated in 1,056 waste wood treatment plants with capacities between < 500 Mg/a and > 50,000 Mg/a (up to approx. 200,000 Mg/a). Approximately 75 % of the waste wood treatment plants had a treatment capacity of less than 5,000 Mg/a. Large treatment plants (> 50,000 Mg/a) accounted for 4 % of the treatment plants. The quantity of waste wood processed per plant size showed that approx. 50 % of the processed waste wood came from treatment plants with a capacity of > 50,000 Mg/a. Plants < 5,000 Mg/a accounted for only about 15 % of the processed waste wood.

Statistical data<sup>38</sup> and other literature sources<sup>39 40 41</sup> were also used to estimate the quantities of waste wood used for material and energy recovery. On this basis, the total volume of waste wood in Germany (2016, approx. 10.0 million Mg) accounted for an energetically utilised share of approx. 79 %. A further 15 % of the waste wood volume was recycled and approx. 6 % thermally treated.

As part of the evaluation, the Wood Waste Ordinance (2002) was fully reviewed (see Chapter 3). The main result is that the structure and objectives of separate collection, treatment and subsequent recycling have proven their worth in practice. They should be maintained and adapted to current technical progress. For this purpose, a total of 28 modification proposals were developed and evaluated. Below, relevant results of the work are summarised, with the focus on the necessary changes. Aspects that should be retained in an amended Waste Wood Ordinance are presented in Chapter 3.

### ► Recording and control of waste wood streams

Steering-effective specifications in the Waste Wood Ordinance are the separate collection at the point of generation (§ 10 Waste Wood Ordinance) and the classification into waste wood categories (Annex 1 Waste Wood Ordinance). These have proven themselves in practice. The waste wood categories A I - A IV make it possible to control different recycling routes and should be retained to ensure optimum recycling.

<sup>38</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b)

<sup>39</sup> Döring, P. et al. (2018a)

<sup>40</sup> Döring, P.; Mantau, U. (2018)

<sup>41</sup> Schüller, K. (2018)

Only waste wood category III requires adaptation, since the current definition "...organohalogen compounds in the coating" covers a large spectrum of substances which were not intended by the above formulation. Rather, the aim was to address PVC in the coating, so that a more concrete formulation was proposed here.

According to the current Waste Timber Ordinance, expertise of the acting personnel is required for the allocation of waste wood to different waste wood categories, that has not been sufficiently substantiated so far. Therefore, a proposal for expertise requirements was developed within the framework of the project. In addition, various real-time analysis systems are now on the market (XRF; NIR; XRT) which can support the classification of waste wood and should therefore be included in the Waste Wood Ordinance.

Further steering requirements in the Circular Economy Act (KrWG) are the five-level waste hierarchy (§ 6 KrWG), the question of the high quality of recycling, which can be determined by the Federal Government in accordance with § 8 (1) sentence 1 KrWG, or the cascade use. These specifications must be taken into account when amending the Waste Wood Ordinance (see below).

### ► Strengthening preparation for re-use and recycling

With the introduction of the five-level waste hierarchy by the European Waste Framework Directive<sup>42</sup> and its implementation in the Circular Economy Act<sup>43</sup>, waste prevention and preparing for reuse have priority over recycling and energy recovery. Waste avoidance is outside the scope of waste legislation, as it starts before a substance has become waste. Preparation for reuse includes any recovery process involving testing, cleaning and repair, in which products or components of products that have become waste are prepared in such a way that they can be reused without further pre-treatment. Due to the provisions of the KrWG<sup>44</sup>, this recovery stage must be taken into account in an amended Waste Wood Ordinance. Even if the potential of preparing for reuse for waste wood is classified as rather low, it is recommended to strengthen it for wood from bulky waste or from selective dismantling by including it in an amended Waste Wood Ordinance (cf. Chapter 3.2.1).

The recycling of waste wood takes place almost exclusively in the wood-based panel industry for the production of chipboard. The use of waste wood in the production of OSB boards has so far been rather limited due to product requirements, but trials are currently taking place.<sup>45</sup> The use of waste wood in MDF boards is rather limited due to the susceptible production process.

In 2016, particleboard produced in Germany accounted for approx. 27 % or 1.5 million Mg/a<sup>46</sup> of waste wood. This was offset by approx. 9 million Mg/a of A I and A II waste wood.

However, since there are no general technical restrictions on the proportion of waste wood in chipboard, the use of waste wood in the chipboard industry should be increased. The VHI assumes an application of approx. 2 million Mg/a, which corresponds to a waste wood portion of nearly 40 % in the chipboard. Particleboard produced in other European countries, for example, contains 61 % (Denmark) up to 90 % (Italy) of waste wood.<sup>47</sup> While Denmark uses the German Waste Wood Ordinance (AltholzV) and applies the limits specified therein, Italy has no special legislation for wood waste.<sup>48</sup>

<sup>42</sup> Europäisches Parlament und Rat der EU (2008b)

<sup>43</sup> Bundesregierung (2012)

<sup>44</sup> Bundesregierung (2012)

<sup>45</sup> Strohmeyer, A. (2019)

<sup>46</sup> Döring, P. et al. (2018a)

<sup>47</sup> Strohmeyer, A. (2019)

<sup>48</sup> Reindahl Andersen, M. et al. (2018)

Since the use of A I waste wood in the wood-based panel industry particularly strengthens the cascade use supported by the Circular Economy Act, the highest possible use of A I waste wood in material recycling should be aimed for. One limiting factor is that A I waste wood is also used in small combustion plants regulated by the 1<sup>st</sup> Federal Immissions Ordinance (BImSchV). This should also remain possible in the future. Furthermore A I waste wood is not or cannot be collected completely separately in terms of quantity.

In addition, the distribution of the particleboard plants has regional focal points (cf. Chapter 2.2), so that the exclusive recycling of A I waste wood would result in some long transport distances, which should be avoided due to ecological and economic aspects. Taking into account a transport distance of 150 km, equalling the 2015 transport distance for wood chips for material recycling,<sup>49</sup> approx. 60 % of the waste wood treatment plants would not be within the catchment area of a chipboard manufacturer. If the radius were increased to 250 km, 21 % of the treatment plants would still be outside. Waste wood treatment plants outside the catchment areas considered here, however, usually have at least one energy recovery plant in their immediate vicinity.

In the future it should furthermore be possible to recycle A I and A II waste wood with a corresponding quality. For this reason, it is proposed to assign waste wood to specific recycling routes:

- Priority recycling of separately collected waste wood of class A I,
- Equally ranking recycling and energy recovery of separately collected waste wood of class A II, provided that energy recovery uses facilities with an equivalent energy efficiency.

Technical feasibility and economic reasonableness would also have to be taken into account.

### ► New wood products

Products made of wood-based materials, as well as solid wood products, are subject to the Waste Wood Ordinance as soon as the owner disposes, wants to dispose or has to dispose of them. Wood-based materials established on the market so far consist of industrially manufactured, mostly panel-shaped materials made of wood parts glued together<sup>50</sup> and are generally divided into chipboards (e.g. flat-pressed, extruded and cement-bonded particle boards), OSB (coarse particle boards), wood fibre boards (porous, hard, medium-hard and medium-density fibre boards) and plywood boards (e.g. veneer, rod and stick plywood, veneer laminated wood).<sup>51</sup> In recent years, so-called wood-polymer composites (WPCs) have also been used, especially in exterior applications. In Europe, these are mainly used as decking boards (67 %) and in car interiors (24 %). Cladding and fence construction account for 6 %.

In Germany, approx. 60,000 Mg/a of wood-polymer composites are currently entering the market. A relevant return into the waste disposal market is expected in about five to ten years.<sup>52</sup>

In principle, WPC are composed of wood fibres or wood flours (30 - 85 %), plastics (15 - 70 %) and additives (0.2 - 4 %), the proportions of which vary depending on the area of application. Due to the wood content, WPC can currently fall under the Waste Wood Ordinance (WPC with wood content of more than 50 %). In this case, they would have to be assigned to different waste wood categories depending on the type of plastic they contain. PE- and PP-bound WPC would be

<sup>49</sup> Döring, P. et al. (2017)

<sup>50</sup> VHI (2018a)

<sup>51</sup> Tischler Schreiner Deutschland (2015)

<sup>52</sup> Strohmeyer, A. (2019)

assigned to category A II, PVC-bound WPC to category A III. An optical differentiation according to wood content, plastic type and proportion is not possible.

Since the processes for the energetic utilisation of waste wood are not designed for high plastic contents and mixtures of waste wood and WPC are not suitable for utilisation in the wood-based materials industry, it is recommended to explicitly exclude WPC from the concept of waste wood or from the scope of application of the ordinance when amending the Waste Wood Ordinance.

This is also supported by DIN CEN/TS 15534<sup>53</sup>, in which WPC composites are described. According to this technical standard, WPC should not be regarded as a special type of wood, but as an independent material with specific properties, which can be recycled back to WPC when a separate WPC recycling cycle is set up.<sup>54</sup> In addition to WPC, other new "wood products" such as vinyl floors on HDF carrier boards<sup>55 56</sup> or bamboo products<sup>57</sup> could occur in the future, which could also be excluded with a corresponding formulation in the Waste Wood Ordinance.

### ► **State of the art in treatment technology and possibilities for reduction of harmful substances**

Depending on the plant input and the plant size, different treatment aggregates are used, which aim at the reduction of the grain sizes, the grain size distribution and the discharge of impurities.<sup>58</sup> In simpler mobile or stationary plants, pre-sorting of the input, one- or two-stage comminution and ferrous metal separation are generally carried out. In addition, more elaborately designed plants have installed various further treatment stages, such as screening(s), non-ferrous metal separation(s), light fraction separation. Sorting with near infrared spectroscopy (NIR), which can be used to separate waste wood with organohalogen compounds in the coating (PVC), is currently only available in isolated cases.

The current Waste Wood Ordinance does not specify the design of waste wood treatment. More recent regulations, on the other hand, partly define minimum requirements for preparation. The current Commercial Waste Ordinance<sup>59</sup>, for example, sets minimum standards for the sorting of recyclable waste from mixed commercial waste (e.g. Section 6 (1) GewAbfV in conjunction with the GewAbfV annex), while waste wood treatment plants are constructed with the aim of processing recyclable output streams from waste wood that has already been separately collected. Their technical design is thus always defined by the material to be processed, the recycling route and the qualities required for this. In the case of waste wood disposal, both the material flows to be processed (according to the four waste wood categories) and the recycling routes (material, energetic) and their quality requirements vary.

For these reasons, an amendment to the Waste Wood Ordinance should continue to define the waste wood categories and the qualities required for the recycling of waste wood without specifying any treatment technology. This means that waste wood treatment remains open for further technical developments.

---

<sup>53</sup> DIN CEN/TS 15534-2:2007-08

<sup>54</sup> Strohmeyer (2019)

<sup>55</sup> Daedelow shop (2018)

<sup>56</sup> Steinert (2018)

<sup>57</sup> Gahle, Brunnert (2008)

<sup>58</sup> VDI (2016)

<sup>59</sup> Bundesregierung (2017a)

## ► Quality assurance in waste wood treatment and recycling

Within the frame of quality assurance in waste wood treatment and utilisation, the aspects of sampling, sample preparation, analysis, data evaluation and evaluation of analyses were completely updated and revised accordingly.

The process-related sampling and the basic batch size (500 Mg) were retained. For small plants, which account for approx. 75 % of the treatment plants, it is proposed that plants which produce less than 6,000 Mg/a of waste wood chips for recycling reduce the batch size to such an extent that at least monthly mixed samples are achieved. In the case of plants with very high throughputs, a deviation from the 500 Mg batch to larger batches could also be specified if safe compliance with the limit values was demonstrated over a defined period and an adequate quality assurance system was used.

In principle, automated sampling is to be preferred, as it guarantees regular, independent sampling of individual samples.

Details such as the number and volume of the individual samples, the sampling vessel, the procedure for sample homogenization and reduction, the volume of the laboratory sample etc. were adapted to the respective grain size based on current specifications for sampling and sample preparation<sup>60</sup>. Therefore, the sampling concept can be used both for the analysis of waste wood chips for material recycling and for energy recovery.

In addition, a proposal for the expertise of the sampling personnel was developed. This is already required by the current Waste Wood Ordinance, but has not yet been sufficiently specified. The analysis as well as the quality inspection in the in-house and third-party monitoring were also checked and adapted.

The assessment of waste wood chips for recycling has been revised, as waste analyses are predominantly distributed asymmetrically to the left (lognormal).<sup>61</sup> This could also be confirmed for wood chips for recycling, regarding the parameters of the Waste Wood Ordinance.<sup>62</sup> The assessment of the moving average as an arithmetic mean (according to § 3 (1) Waste Wood Ordinance) is therefore not suitable, as it requires a normal distribution of the analytical values. In the case of left-hand distributions, the median is to be preferred as a distribution-independent position parameter. This is robust against outliers and unaffected by a few values on the right. In the case of a normal distribution, the median would be equal to the arithmetic mean.

When evaluating analyses with the location parameter "median", it is also necessary to specify an upper limit, which should be specified by the 80th percentile. The same procedure is also defined, for example, in the "four-of-five rule" in the Waste Water Ordinance<sup>63</sup> (§ 6 (1) AltholzV). Like the median, the percentile represents a distribution-free estimator. These statistical parameters can only be reliably derived based on at least ten analytical values, so that in future a data collective of ten measured values should be used for assessment. A corresponding statistical data evaluation (median / 80th percentile over ten values), as defined, for example, in DIN EN 15359<sup>64</sup>, can be defined over a closed interval of e. g. ten values to be evaluated separately in each case or in the form of a sliding evaluation. In order to be able to carry out an evaluation with each new analysis, a sliding observation (median / 80th percentile over ten values) is proposed for a future evaluation concept. This type of evaluation has already been implemented in

<sup>60</sup> Bundesregierung (2002a), LAGA (2001), DIN EN 15442 (2011), DIN EN ISO 18135:2017, Bundesregierung Österreich (2018), RAL (2012)

<sup>61</sup> Uerkvitz, R.; Goetz, D. (1997)

<sup>62</sup> Flamme, S. et al. (2019)

<sup>63</sup> Bundesregierung (2018b)

<sup>64</sup> DIN EN 15359 (2012)



Austria with the current Recycling Wood Ordinance<sup>65</sup>. Within the framework of DIN EN 15359 and RAL-GZ 724<sup>66</sup>, an evaluation of the above-mentioned location parameters is also carried out, albeit as a completed interval of ten. In addition, this evaluation has already been included in VDI 3462 Part 4<sup>67</sup> as well as in licenses for co-incineration plants and RDF power plants.

When changing to an evaluation of the parameters median and 80th percentile, a redefinition of the corresponding limit values is necessary. This must be done in such a way that no environmentally relevant effects are caused, any applicable legal regulations are taken into account and the values can be observed with legal security. The uncertainties that may occur during sampling, sample preparation and analysis despite all quality assurance measures taken and which may accumulate over the entire process must be taken into account, as must the limits of detection of the respective analytical method and the variability that may occur between different laboratories.

As part of the project "Preparation of a scientific recommendation for the process-accompanying sampling and analysis of waste wood"<sup>68</sup>, the sampling concept proposed here was implemented in 20 different treatment plants for the sampling of waste wood chips for recycling. The samples taken (ten per plant) were examined for the parameters of the Waste Wood Ordinance (2002) and formed the basis for deriving current qualities of waste wood chips for recycling. For the estimation of the current qualities of waste wood chips **in connection with the proposed evaluation system**, the distribution-independent position parameters median and 80. percentile were derived by means of a random generator, taking into account ten analyses each.

#### ► Assessment of possible impacts of the proposed amendments on material flows as well as ecological and economic aspects

At first, all derived amendment proposals were classified qualitatively with regard to their effects on material flows, ecological and economic aspects. This revealed that the majority of the proposed amendments are not expected to lead to any relevant changes, but are mainly intended to update and adapt them to technical innovations and the practice of waste wood disposal.

Only the priority of material recycling for A I waste wood was examined more intensively with regard to the three aspects mentioned. In addition, the economic effects of the new sampling concept were examined qualitatively.

For the effects of strengthening recycling by giving priority to the recycling of category A I waste wood, two different scenarios were examined. Based on the 1.5 million Mg/a of waste wood recycled in 2016, a further 0.5 million Mg/a was recycled in scenario 1 and a further 1.8 million Mg/a in scenario 2. In scenario 1, the amount of waste wood recycled thus increases to 2 million Mg/a. For scenario 2, a waste wood content of approx. 60 % was assumed in the chipboard with constant chipboard production. As a result, these recycled quantities would no longer be available for energy recovery. In scenario 1, this means that between 6 % and 8 % less waste wood would be used per plant category (44. BImSchV and 17. BImSchV plants). In scenario 2, the quantities of waste wood used for energy generation would be reduced by between 21 % and 27 % per plant category.

In addition, the ecological impact of strengthening recycling was assessed based on key figures. It becomes clear that the current recycling of waste wood with the framework conditions applied here saves approx. 3.9 million Mg CO<sub>2</sub>-äq/a of greenhouse gases and thus already makes a

<sup>65</sup> Bundesregierung Österreich (2018)

<sup>66</sup> RAL (2012)

<sup>67</sup> VDI (2009)

<sup>68</sup> Flamme, S. et al. (2019), Schrägle (2015), LfU (2015)

relevant contribution to climate protection. This can be slightly improved by increasing the proportion of material recycling compared to energy recovery. For the scenarios of increasing material recycling considered here, the saving in greenhouse gas emissions increases by approx. 1 - 3 %. If the waste wood is recycled several times, the greenhouse gas savings increase by 2 to 5 %. From the point of view of climate protection, material recycling should therefore take place before energy recovery, taking into account economic reasonableness and technical feasibility.

Specific costs between 0.51 and 0.65 €/Mg were estimated for the additional quantities to be recycled. This includes the costs for additional analyses as well as for the acquisition and renewal of expertise for sampling. In Scenario 2 (increase in material recycling to 3.2 million Mg/a), investment costs for an expansion of storage capacities and an adaptation of the treatment technology were also taken into account.

No changes in the material flows and the ecological aspects are expected due to the adjustments of the sampling, the assessment concept and the associated limit values. The qualitative assessment of the economic impacts likewise suggests that no relevant changes can be expected. In the case of sample preparation, an intermediate comminution before sample reduction could cause further costs. However, this would only occasionally be necessary and costs would be reduced again by a lower downstream effort (e. g. for sample dispatch or sample preparation in the laboratory).



# 1 Zielstellung und grundsätzliches Vorgehen

Mit dem vorliegenden Projekt sollten die Regelungen der bestehenden Altholzverordnung<sup>69</sup> im Hinblick auf eine notwendige Novellierung überprüft werden, indem vorhandene **Defizite identifiziert und der Anpassungsbedarf** der aktuellen Altholzverordnung an rechtliche Änderungen sowie technische und analytische Fortschritte herausgearbeitet werden. Darüber hinaus sollten der Vollzug bei der Überwachung von Altholzexporten und -importen betrachtet und mögliche hierbei auftretende Herausforderungen identifiziert werden.

Aufbauend auf den dargestellten Analysen wurden **praxisnahe Anpassungsvorschläge** für die Weiterentwicklung der Altholzverordnung unter Berücksichtigung der fünfstufigen Abfallhierarchie (vgl. Kap. 2.1.1) erarbeitet und im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die Altholzmaterialströme mit Hilfe einer Stoffstromanalyse überprüft. Die Bearbeitung der o. g. Fragestellungen erfolgte in drei Arbeitspaketen, die sowohl inhaltlich als auch zeitlich miteinander verzahnt waren (vgl. Abbildung 1). Wesentliche Grundlage für die Bearbeitung waren vorhandene Literatur- und Datenquellen, eigene Erfahrungen und Gespräche mit verschiedenen Expertinnen und Experten aus den betroffenen Bereichen. Das Projekt wurde regelmäßig mit einem Begleitkreis diskutiert, der den jeweiligen Arbeitsstand auch im Rahmen von Workshops eingeordnet und das Projekt fachlich unterstützt hat.

Im **Arbeitspaket 1** (AP 1) erfolgte die Bestandsaufnahme der aktuellen Situation am Altholzmarkt. Dazu wurden Informationen über die Akteure und den Ablauf der Altholzsammlung, -aufbereitung und -verwertung (Anzahl und Größe der Aufbereitungs- und Verwertungsanlagen etc.), sowie relevante rechtliche Regelungen, technische Normen, Produktnormen und weitere relevante Dokumente zusammengestellt.

Basierend auf einer Stoffstromanalyse, in der Mengen und Zusammensetzungen der anfallenden Altholzströme ebenso wie Erzeuger und Verwerter bzw. Entsorger, Altholzexporte und -importe für das Jahr 2016 berücksichtigt wurden, wurde ein Stoffstrommodell erstellt.

Im **Arbeitspaket 2** (AP 2) erfolgte die Evaluierung der Regelungen der Altholzverordnung, wobei die Bearbeitung in vier Schwerpunktthemen aufgeteilt war, zu denen Workshops mit dem Begleitkreis durchgeführt wurden:

1. Erfassung und Lenkung von Altholzströmen,
2. Neue Aspekte und Anforderungen bei der Altholzverwertung,
3. Altholzaufbereitung – Stand der Technik bei der Aufbereitung und Möglichkeiten der Schadstoffentfrachtung,
4. Qualitätssicherung bei der Altholzverwertung.

---

<sup>69</sup> Bundesregierung (2002a)

Abbildung 1: Projektablauf



Quelle: eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

Aus den erarbeiteten Ergebnissen wurde der **Novellierungsbedarf der Altholzverordnung abgeleitet**. Bewährte Regelungen, die bei einer Novellierung beibehalten werden sollten, wurden benannt und der Anpassungsbedarf aufgrund geänderter Rahmenbedingungen, z. B. durch rechtliche und technische Weiter- und Neuentwicklungen, wurde aufgezeigt. Daraus wurden Vorschläge zur Änderung der Altholzverordnung entwickelt und in Bezug auf die technische Machbarkeit und Praktikabilität, die Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit, die Umwelt und die Altholzstoffströme bewertet.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse gemäß der o. g. Arbeitspakete und inhaltlichen Schwerpunkte dargestellt. Der aus der durchgeführten Evaluierung identifizierte Handlungsbedarf und die Lösungsvorschläge sind in Kapitel 3 dargestellt und in Kapitel 3.4.4 zusammenfassend auf mögliche Auswirkungen auf die Stoffströme sowie ökologische und ökonomische Aspekte bewertet. Diese Aspekte wurden für relevante Änderungen in Kapitel 5 berechnet oder abgeschätzt.

Das Projekt wurde von Vertretern und Vertreterinnen aus der Praxis begleitet (AP 3). Mitglieder dieses Begleitkreises waren:

- ▶ ASA Arbeitsgemeinschaft stoffspezifische Abfallbehandlung e. V.
- ▶ Atecta – Beratung Holzschutz
- ▶ Bayrisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
- ▶ BAV Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter e. V.
- ▶ BDE Bundesverband der Deutschen Entsorgung-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e. V.
- ▶ BMU, Referat W II 4- Siedlungsabfall
- ▶ bvse-Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e. V.
- ▶ DeSH-Deutsche Säge- und Holzindustrie Bundesverband e. V.
- ▶ Deutscher Abbruchverband e. V.
- ▶ Deutsche Bauchemie e. V.
- ▶ DHMV - Deutscher Holzmastenverband e. V.
- ▶ DHV - Deutscher Holzschutzverband für Außenprodukte e. V.
- ▶ DIE GRÜNEN ENGEL - Aufbereitungszentrum Nürnberg, Durmin Entsorgung und Logistik GmbH
- ▶ EUROFINS Umwelt West GmbH, Niederlassung Mönchengladbach
- ▶ FVH-Fachverband Holzenergie im Bundesverband BioEnergie e. V. (BBE)
- ▶ Heizkraftwerk Altenstadt GmbH & Co. KG
- ▶ HPE-Bundesverband Holzpackmittel, Paletten, Exportverpackungen e. V.
- ▶ INFRO-Informationssysteme für Rohstoffe
- ▶ ITAD - Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e. V.
- ▶ IZES gGmbH - Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme
- ▶ Kurt Obermeier GmbH & Co. KG
- ▶ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Fachbereich 72
- ▶ LfU Bayerisches Landesamt für Umwelt
- ▶ Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen – MULNV, Referat V-4
- ▶ Pfeleiderer Holzwerkstoffe GmbH
- ▶ PreZero Service Hessen GmbH & Co. KG
- ▶ Regierungspräsidium Karlsruhe, Referat 54.3
- ▶ Studiengesellschaft Holzschwellenoberbau e. V.
- ▶ Umweltbundesamt
- ▶ VDMA - Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
- ▶ VHI - Verband der deutschen Holzwerkstoffindustrie e. V.
- ▶ VKU - Verband kommunaler Unternehmen e. V.
- ▶ WM Kreislaufwirtschaft GmbH & Co. KG

## 2 Brancheninformation und Stoffstromanalyse

Im Folgenden werden die Altholzbranche und die zugehörige Stoffstromanalyse dargestellt. Dabei wurden sowohl relevante rechtliche Regelungen berücksichtigt, als auch Akteure im Altholzmarkt und das Altholzaufkommen in Deutschland. Das erarbeitete Stoffstrommodell bildet die Grundlage zur Überprüfung relevanter Handlungsalternativen.

### 2.1 Rechtliche Regelungen

Für die Evaluierung und Novellierung der Altholzverordnung sind u. a. folgende rechtliche Regelungen relevant:

- ▶ Kreislaufwirtschaftspaket der EU (EU-KrWP)
- ▶ Abfallrahmen-Richtlinie (AbfRRL) und Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)
- ▶ Verpackungsgesetz (VerpackG)
- ▶ Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV)
- ▶ Abfallverzeichnisverordnung (AVV)
- ▶ Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV)
- ▶ Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) inkl. untergesetzliche Regelwerke

Zusätzlich wurden auch die EU-Abfallverbringungsverordnung und das Abfallverbringungs-gesetz sowie verschiedene Normen, Richtlinien, Merkblätter (u. a. BVT-Merkblatt Abfallbehand-lungsanlagen) berücksichtigt.

Die für die Zielstellung des vorliegenden Projektes relevanten Aspekte der o. g. rechtlichen Rege-lungen werden nachfolgend kurz dargestellt.

#### 2.1.1 Kreislaufwirtschaftspaket der Europäischen Union

Mit dem Kreislaufwirtschaftspaket der EU<sup>70</sup> (verabschiedet am 22.05.2018) sollen europäische Unternehmen sowie Verbraucherinnen und Verbraucher beim Übergang zu einer umfassenden Kreislaufwirtschaft, in der Ressourcen nachhaltiger eingesetzt und bewirtschaftet werden, un-terstützt werden. Hierzu wurden verschiedene Maßnahmen verabschiedet, die dazu beitragen sollen, einen geschlossenen Kreislauf über den Produktlebenszyklus durch mehr Vorbereitung zur Wiederverwendung und durch Recycling zu erreichen und sowohl der Umwelt als auch der Wirtschaft Vorteile zu verschaffen.

Für Siedlungsabfälle legt das EU-Kreislaufwirtschaftspaket eine stufenweise Steigerung der Re-cyclingquote bis hin zu 65 Masse-% ab 2035 und für Verpackungen eine Recyclingquote von 70 % ab 2030 fest. Der Begriff „Siedlungsabfälle“ umfasst dabei Rest- und Sperrmüll sowie ge-trennt gesammelte Fraktionen wie **Holz**, PPK, Glas, Metalle, Kunststoffe, Textilien, Verpackun-gen, WEEE, Batterien, Akkus.

Für Verpackungen sind darüber hinaus für verschiedene Verpackungsmaterialien Recyclingquo-ten festgelegt. Für Verpackungen aus Holz beträgt diese 30 % bis 2030.<sup>71</sup>

Die hier dargestellten Ziele werden in der europäischen Abfallrahmenrichtlinie und im nationa-len Kreislaufwirtschaftsgesetz umgesetzt. So sind auch im Referentenentwurf eines Gesetzes zur Umsetzung der Abfallrahmenrichtlinie der Europäischen Union vom 05. August 2019 Quoten für

<sup>70</sup> Europäische Kommission (2018a)

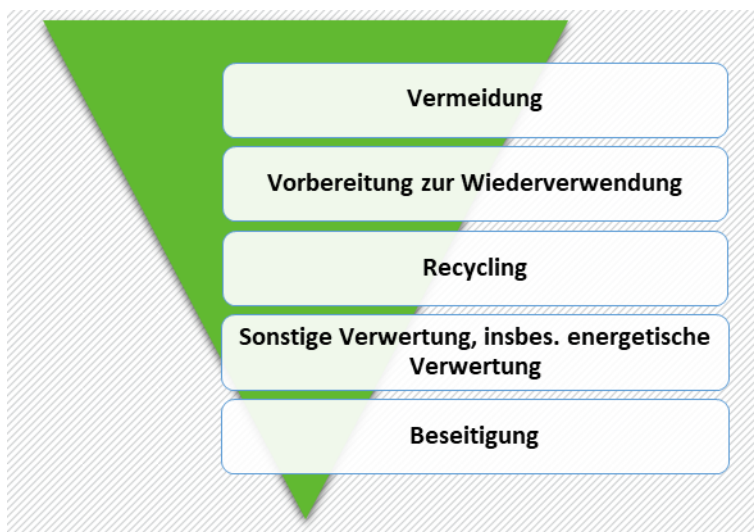
<sup>71</sup> Europäisches Parlament und Rat der EU (2018)

die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling von Siedlungsabfällen stufenweise bis hin zu 65 Masse-% ab 2035 festgelegt.<sup>72</sup>

### 2.1.2 Europäische „Abfallrahmenrichtlinie“ und nationales Kreislaufwirtschaftsgesetz

Die am 12. Dezember 2008 in Kraft getretene **EU-„Abfallrahmenrichtlinie“** (Richtlinie 2008/98/EG, AbfRRL)<sup>73</sup> stellt die wesentliche Grundlage für abfallrechtliche Regelungen in den Mitgliedstaaten dar. Mit der Richtlinie sollen die schädlichen Auswirkungen der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen vermieden und verringert, die Gesamtauswirkungen der Ressourcennutzung reduziert und deren Effizienz verbessert werden (Art. 1 AbfRRL). Abfallmengen sollen ebenfalls deutlich reduziert sowie Wiederverwendungs- und Recyclingquoten erhöht werden. Hierzu wurde eine **fünfstufige Hierarchie** für den Umgang mit Abfällen festgelegt (Art. 4 AbfRRL, vgl. Abbildung 2):

**Abbildung 2: Übersicht der fünfstufigen Abfallhierarchie gemäß Art. 4 AbfRRL**



Quelle: eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

Die verschiedenen Ebenen sind in Artikel 3 der Abfallhierarchie wie folgt definiert:

- ▶ **Vermeidung:** Maßnahmen, die ergriffen werden, bevor ein Stoff, ein Material oder ein Erzeugnis zu Abfall geworden ist, und die die Abfallmenge, die schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit oder den Gehalt an schädlichen Stoffen in Materialien und Erzeugnissen verringern.
- ▶ **Vorbereitung zur Wiederverwendung:** Jedes Verwertungsverfahren der Prüfung, Reinigung oder Reparatur, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile von Erzeugnissen, die zu Abfällen geworden sind, so vorbereitet werden, dass sie ohne weitere Vorbehandlung wiederverwendet werden können.
- ▶ **Recycling:** Jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfallmaterialien zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden. Es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, aber nicht die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind.
- ▶ **Sonstige Verwertung:** Jedes Verfahren, als dessen Hauptergebnis Abfälle innerhalb der Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie

<sup>72</sup> Bundesregierung (2019)

<sup>73</sup> Europäisches Parlament und Rat der EU (2008b)

andere Materialien ersetzen, die ansonsten zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären, oder die Abfälle so vorbereitet werden, dass sie diese Funktion erfüllen. Hierunter fällt insbesondere die energetische Verwertung.

- Beseitigung: Jedes Verfahren, das keine Verwertung ist, auch wenn das Verfahren zur Nebenfolge hat, dass Stoffe oder Energie zurückgewonnen werden.

Bei der Auswahl des jeweiligen Entsorgungsweges hat insgesamt diejenige Maßnahme Vorrang, die den Schutz von Mensch und Umwelt am besten gewährleistet (Art. 13 AbfRRL).

Darüber hinaus definiert die europäische Abfallrahmenrichtlinie Vorgaben, nach denen Stoffe oder Gegenstände nicht als Abfälle, sondern als Nebenprodukte anzusehen sind (Art. 5 AbfRRL) und Kriterien, die erfüllt sein müssen, damit ein Stoff nicht mehr als Abfall anzusehen ist (Art. 6 AbfRRL).

Mit dem **Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG)**<sup>74</sup> wurde die europäische Abfallrahmenrichtlinie in nationales Recht umgesetzt. Ziel ist entsprechend auch, eine nachhaltige Verbesserung des Umwelt- und Klimaschutzes sowie der Ressourceneffizienz in der Abfallwirtschaft durch Stärkung der Abfallvermeidung und des Recyclings von Abfällen zu erreichen. Die Abfallhierarchie nach Artikel 4 AbfRRL ist in § 6 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes aufgenommen worden.

Damit wird der Abfallvermeidung, der Vorbereitung zur Wiederverwendung und dem Recycling ein höherer Stellenwert zugemessen, als dieses zum Zeitpunkt der Verabschiedung der derzeitigen Altholzverordnung in 2002 der Fall war. Aus diesem Grunde werden in der Altholzverordnung die Abfallvermeidung und die Vorbereitung zur Wiederverwendung bislang nicht betrachtet.

Die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling sind bereits in den verschiedensten rechtlichen Regelungen (siehe GewAbfV<sup>75</sup>, VerpackG<sup>76</sup>) verankert, so dass im Rahmen der Evaluierung der Altholzverordnung diese Maßnahmen ebenfalls zu betrachten sind. Gleiches gilt für die Abfallvermeidung.

Nach § 3 Abs. 20 KrWG ist eine Abfallvermeidungsmaßnahme definiert als:

„Jede Maßnahme, die ergriffen wird, bevor ein Stoff [...] zu Abfall geworden ist und dazu dient, die Abfallmenge, die schädlichen Auswirkungen des Abfalls auf Mensch und Umwelt oder den Gehalt an schädlichen Stoffen in Materialien zu verringern.“

Hierzu zählen gemäß Abfallvermeidungsprogramm des Bundes<sup>77</sup>, welches auf Grundlage des § 33 KrWG erstellt wurde, beispielsweise:

- Anlageninterne Kreislaufführung von Stoffen,
- Abfallarme Produktgestaltung,
- Wiederverwendung von Erzeugnissen oder die Verlängerung ihrer Lebensdauer,
- Abfall- und schadstoffarme Produkte sowie die Nutzung von Mehrwegverpackungen (Konsumverhalten).

Mit dem vorliegenden Referentenentwurf eines Gesetzes zur Umsetzung der Abfallrahmenrichtlinie der Europäischen Union vom 05. August 2019 sollen u. a. die erweiterten Vermeidungs-

<sup>74</sup> Bundesregierung (2012)

<sup>75</sup> Bundesregierung (2017a)

<sup>76</sup> Bundesregierung (2017b)

<sup>77</sup> BMU (2013)



und Recyclingvorgaben der AbfRRL (siehe Kap. 2.1.1) umgesetzt und durch flankierende nationale Regelungen (u. a. Beschaffung der öffentlichen Hand, Erweiterung der Produktverantwortung) unterstützt werden.<sup>78</sup>

### 2.1.3 Verpackungsgesetz

Mit dem Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die hochwertige Verwertung von Verpackungen (Verpackungsgesetz – VerpackG)<sup>79</sup>, welches am 01.01.2019 in Kraft trat, soll das Erreichen der EU-Zielvorgaben aus der Verpackungs-Richtlinie 94/62/EG<sup>80</sup> sichergestellt werden, d. h. mindestens 65 Masse-% der Verpackungen zu verwerten und davon mindestens 55 Masse-% stofflich (Artikel 6 Richtlinie 94/62/EG). Für Holz aus Verpackungen gilt darüber hinaus eine Recyclingquote von mindestens 15 Masse-% (§ 1 Abs. 4 VerpackG).

Im Verpackungsgesetz ist die fünfstufige Abfallhierarchie adressiert, d. h., dass Verpackungsabfälle in erster Linie zu vermeiden sind. Nicht vermeidbare Verpackungsabfälle sind der Vorbereitung zur Wiederverwendung oder dem Recycling zuzuführen (§ 1 Abs. 1 VerpackG). Hierzu sind Verpackungen so herzustellen und zu vertreiben, dass ihre Wiederverwendung oder Verwertung möglich ist und die Umweltauswirkungen bei der Wiederverwendung, der Vorbereitung zur Wiederverwendung, dem Recycling, der sonstigen Verwertung oder der Beseitigung auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben (§ 3 Nr. 2 VerpackG).

In § 5 VerpackG sind Stoffbeschränkungen für das Inverkehrbringen von Verpackungen und Verpackungsbestandteilen festgelegt. Hier sind die Stoffe Blei, Cadmium, Quecksilber und Chrom (VI) geregelt, die kumuliert den Wert von 100 mg/kg nicht überschreiten dürfen.

Neben den Herstellern von Verkaufs- und Umverpackungen (§ 15 Abs. 1 Nr. 2 – 4) sind auch Hersteller und in der Lieferkette nachfolgende Vertrieber von Transportverpackungen verpflichtet, diese unentgeltlich zurückzunehmen (§ 15 Abs. 1 Nr. 1 VerpackG) und einer Wiederverwendung oder einer Verwertung zuzuführen (§ 15 Abs. 4 VerpackG), wobei letztere v. a. als Recycling stattfinden soll (§ 16 Abs. 5 VerpackG).

Sofern die Verkaufs-, Um- oder Transportverpackungen als Altholz entsorgt werden, richtet sich deren Entsorgung nach der AltholzV (§ 2 Abs. 3 VerpackG).

### 2.1.4 Gewerbeabfallverordnung

Die Verordnung über die Bewirtschaftung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen (Gewerbeabfallverordnung – GewAbfV)<sup>81</sup> gilt für die Bewirtschaftung, insbesondere die Erfassung, die Vorbehandlung, die Vorbereitung zur Wiederverwendung, das Recycling und die sonstige Verwertung von gewerblichen Siedlungsabfällen (§ 1 Abs. 1 Nr. 1 GewAbfV) und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen (§ 1 Abs. 1 Nr. 2 GewAbfV). Nach § 1 Abs. 5 GewAbfV bleiben die Vorgaben der Altholzverordnung in der jeweils geltenden Fassung dabei unberührt.

Erzeuger und Besitzer von gewerblichen Siedlungsabfällen haben diese nach verschiedenen Abfallfraktionen, **u. a. Holz**, getrennt zu sammeln, zu befördern und vorrangig der Vorbereitung zur Wiederverwendung oder dem Recycling zuzuführen (§ 3 Abs. 1 Nr. 5 GewAbfV bzw. § 8 Abs. 1 Nr. 4 GewAbfV). Die Entsorgung von getrennt erfasstem Holz unterliegt nach § 1 Abs. 5 GewAbfV der Altholzverordnung.

<sup>78</sup> Bundesregierung (2019)

<sup>79</sup> Bundesregierung (2017b)

<sup>80</sup> Europäisches Parlament und Rat der EU (2008a)

<sup>81</sup> Bundesregierung (2017a)



Gewerbliche Siedlungsabfälle sind hier definiert als Siedlungsabfälle aus anderen Herkunftsbe-  
reichen als privaten Haushalten, die unter Kapitel 20 der Abfallverzeichnisverordnung fallen  
(§ 2 Abs. 1 GewAbfV), insbesondere

- Gewerbliche und industrielle Abfälle und
- Abfälle aus privaten und öffentlichen Einrichtungen.

Gemische aus Bau- und Abbruchabfällen, die überwiegend Kunststoffe, Metalle einschließlich  
Legierungen oder Holz enthalten, sind unverzüglich einer Vorbehandlungsanlage zuzuführen  
(§ 9 Abs. 1 Nr. 1 GewAbfV). Darüber hinaus haben Erzeuger und Besitzer von gemischten Bau-  
und Abbruchabfällen (ASN 17 09 04) diese unverzüglich einer Vorbehandlungs- oder einer Auf-  
bereitungsanlage zuzuführen (§ 9 Abs. 2 GewAbfV), wobei letztere nach Gewerbeabfallverord-  
nung der Aufbereitung mineralischer Bau- und Abbruchabfälle dient und im hier vorliegenden  
Fall somit keine Rolle spielt. Da die Vorgaben der AltholzV unberührt bleiben (§ 1 Abs. 5  
GewAbfV) ist in Vorbehandlungsanlagen abgetrenntes Holz nach den Vorgaben der AltholzV zu  
entsorgen.

### 2.1.5 Abfallverzeichnisverordnung

Die Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV)<sup>82</sup>  
gilt für die Bezeichnung von Abfällen und für die Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlich-  
keit (§ 1 Nr. 1 und 2 AVV). Abfälle werden mit einem sechsstelligen Abfallschlüssel bezeichnet.  
Dabei erfolgt die Zuordnung zu den im Abfallverzeichnis vorgegebenen Kapiteln (zweistellige  
Kapitelüberschrift) und Gruppen (vierstellige Kapitelüberschrift). Innerhalb einer Gruppe ist die  
speziellere vor der allgemeineren Abfallart maßgebend (§ 2 Abs. 2 AVV).

Aufgrund der herkunftsbezogenen Zuordnung von Abfallschlüsseln sieht die Abfallverzeichnis-  
Verordnung verschiedene Nummern für Altholz vor. Neben der Herkunft wird auch nach der Ge-  
fährlichkeit unterschieden, deren Einstufung auf Grundlage der Kriterien in Anhang III der Ab-  
fallrahmenrichtlinie 2008/98/EG erfolgt.

So ist Holz aus Siedlungsabfällen, das gefährliche Stoffe enthält, der ASN 20 01 37\* zuzuordnen,  
Holz aus Siedlungsabfällen ohne gefährliche Stoffe der ASN 20 01 38. Darüber hinaus werden in  
der Verordnung Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen in „Holz, das gefährliche Stoffe enthält“  
(ASN 19 12 06\*) und „Holz mit Ausnahme desjenigen, das unter 19 12 06 fällt“ (ASN 19 12 07)  
unterschieden.

Eine vollständige Liste aller für diese Studie relevanten ASN findet sich in Abschnitt 2.3.1.

### 2.1.6 Chemikalien-Verbotsverordnung

Die Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens und über die Abgabe  
bestimmter Stoffe, Gemische und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Ver-  
botsverordnung – ChemVerbotsV)<sup>83</sup> vom 20.01.2017 regelt, zum Schutz von Mensch und Um-  
welt vor stoffbedingten Schädigungen, Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens be-  
stimmter gefährlicher Stoffe, Gemische und von Erzeugnissen, die diese beinhalten oder freiset-  
zen können. Darüber hinaus gibt sie Anforderungen vor, die in Bezug auf die Abgabe dieser  
Stoffe und Gemische einzuhalten sind (§ 1 Nr. 1 und 2 ChemVerbotsV).

Für Holzwerkstoffe und Möbel, die Holzwerkstoffe enthalten, gibt die Verordnung in Anlage 1  
einen Grenzwert für Formaldehyd in der Raumluft vor (0,1 ml/m<sup>3</sup> (ppm)<sup>84</sup>) vor. Darüber hinaus

<sup>82</sup> Bundesregierung (2001)

<sup>83</sup> Bundesregierung (2017c)

<sup>84</sup> Durch den Holzwerkstoff verursachte Formaldehyd-Konzentration in der Luft eines Prüfraumes

dürfen Erzeugnisse, die mit PCP<sup>85</sup> und PCP-Salzen und -Verbindungen behandelt worden sind, nur in den Verkehr gebracht werden, wenn die von einer Behandlung erfassten Teile nicht mehr als 5 mg/kg PCP enthalten.

In der aktuellen Altholzverordnung ist für Hackschnitzel und Holzspäne zur Herstellung von Holzwerkstoffen ein Grenzwert für PCP vorgegeben.

### 2.1.7 Verordnung über persistente organische Schadstoffe (POP-Verordnung)

Durch die POP-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 850/2004)<sup>86</sup> werden Bestimmungen zur Entsorgung von Abfällen festgelegt, die persistente organische Schadstoffe wie z. B. PCB enthalten. Sie gilt für Hersteller (Erzeuger), Besitzer, Händler, Makler, Sammler, Beförderer und Entsorger von Abfällen.

Einige der aufgeführten Schadstoffe wie z. B. PCB, PAK oder HCH (einschließlich Lindan) können auch in Altholz auftreten, da sie in Holzschutzmitteln zur Anwendung kamen.

Gemäß Artikel 7 haben die Hersteller und Besitzer von Abfällen alle sinnvollen Anstrengungen zu unternehmen, um die Verunreinigung der Abfälle mit in Anhang IV aufgelisteten Stoffen zu vermeiden. Verunreinigte Abfälle sind so zu verwerten oder zu beseitigen, dass die Schadstoffe zerstört oder unumkehrbar umgewandelt werden.

### 2.1.8 PCB/PCT-Abfallverordnung

Die EG-Richtlinie 96/59/EG vom 16. September 1996 über die Beseitigung polychlorierter Biphenyle und polychlorierter Terphenyle (PCB/PCT) wurde in Deutschland durch die PCB/PCT-Abfallverordnung vom 26. Juni 2000 umgesetzt. Im Sinne dieser Richtlinie bezeichnet der Ausdruck „PCB“ alle Zubereitungen und Erzeugnisse, die insgesamt mehr als 50 mg/kg der in § 1 Absatz 2 der Verordnung aufgeführten Stoffe aufweisen.<sup>87</sup>

### 2.1.9 Bundes-Immissionsschutzgesetz und untergesetzliche Regelwerke

Mit dem **Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)**<sup>88</sup> sollen Menschen, Tiere und Pflanzen, der Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen geschützt und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorgebeugt werden (§1 Abs. 1 BImSchG).

Soweit es sich um genehmigungsbedürftige Anlagen handelt, dient dieses Gesetz auch der integrierten Vermeidung und Verminderung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Emissionen in Luft, Wasser und Boden unter Einbeziehung der Abfallwirtschaft, um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt zu erreichen.

Darüber hinaus soll es vor Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen, die auf andere Weise herbeigeführt werden, schützen (§ 1 Abs. 2 BImSchG). Es gilt u. a. für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen (§ 2 Abs. 1 Nr. 1).

<sup>85</sup> PCP kam wegen seiner fungiziden Wirkung vor allem in Holzschutzmitteln zum Einsatz, auch in Kombination mit Lindan. Die Wasserlöslichkeit und die geringe biologische Abbaubarkeit führen zu einem ubiquitären Vorkommen. Seit 1986 ist die Produktion von Pentachlorphenol in der Bundesrepublik Deutschland ausgesetzt. Seit 1989 sind die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von PCP und PCP-haltigen Erzeugnissen, die mehr als 5 mg/kg PCP enthalten, verboten. (Lumitos, 2018)

<sup>86</sup> Europäisches Parlament und Rat der EU (2004)

<sup>87</sup> Umweltbundesamt (2019)

<sup>88</sup> Bundesregierung (2013a)

Für Anlagen zur Verwertung und Beseitigung von Altholz greifen die Regelungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und die auf dessen Grundlage ergangenen **Bundes-Immissionschutzverordnungen**, abhängig von der Anlagenleistung und den eingesetzten Materialien.

#### 1. BImSchV:

Die Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV)<sup>89</sup> gilt für Feuerungsanlagen unter 1 MW Feuerungswärmeleistung, soweit sie keiner Genehmigung gemäß § 4 BImSchG bedürfen. Sie stellt keinen direkten Bezug zur AltholzV her, sondern definiert die zugelassenen Holzsortimente wie folgt:

- ▶ naturbelassenes stückiges und nicht stückiges Holz (insbes. in Form von Sägemehl, Spänen und Schleifstaub) einschließlich anhaftender Rinde, insbesondere in Form von Scheitholz und Hackschnitzeln (§ 3 Nr. 4 und 5 der 1. BImSchV)
- ▶ gestrichenes, lackiertes oder beschichtetes Holz sowie daraus anfallende Reste (§ 3 Nr. 6 der 1. BImSchV) sowie Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten oder sonst verleimtes Holz (§ 3 Nr. 7 1. BImSchV) soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder infolge einer Behandlung enthalten sind und Beschichtungen keine halogenorganischen Verbindungen oder Schwermetalle enthalten. Dabei darf dieses Holz nur in Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von 30 kW und mehr in Betrieben der Holzbe- und -verarbeitung eingesetzt werden.

Die hier dargestellten Holzsortimente sind dabei ähnlich definiert, wie in den Altholzklassen A I und A II der AltholzV. Im Unterschied zur AltholzV fordert die 1. BImSchV für die gestrichenen, lackierten oder beschichteten Hölzer und Holzwerkstoffe, dass die Beschichtungen keine Schwermetalle enthalten.

Abhängig von den eingesetzten Brennstoffen und der Nennwärmeleistung werden Emissionsgrenzwerte für Staub und CO festgelegt (§ 5 der 1. BImSchV).

#### 4. BImSchV:

Die Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV)<sup>90</sup> regelt, welche Anlagen einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung bedürfen. Darüber hinaus definiert sie, dass sich das Genehmigungserfordernis auf alle vorgesehenen Anlagenteile, Verfahrensschritte und Nebeneinrichtungen erstreckt (§ 1 Abs. 2 Nr. 1 und 2 der 4. BImSchV) und welche Art des Genehmigungsverfahrens jeweils durchzuführen ist. Hierbei wird unterschieden zwischen dem Genehmigungsverfahren nach § 10 (inkl. Öffentlichkeitsbeteiligung) und dem vereinfachten Genehmigungsverfahren nach § 19 BImSchG (ohne Öffentlichkeitsbeteiligung). Die Zuordnung zu den Verfahrensarten der Genehmigung erfolgt nach § 2 in Verbindung mit Anhang 1 der 4. BImSchV. Anlagen zur energetischen Verwertung von Industrierest- und / oder Altholz werden im Anhang 1 der 4. BImSchV wie folgt geregelt:

- ▶ Nr. 1.2.1 (Anlagen zur Erzeugung von Strom, Dampf, Warmwasser, Prozesswärme ... mit einer Feuerungswärmeleistung von 1 MW bis weniger als 50 MW) zur Verwertung von u. a. naturbelassenem Holz sowie in der eigenen Produktionsanlage anfallendem gestrichenen, lackierten oder beschichtetem Holz oder Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten oder sonst verleimtem Holz sowie daraus anfallenden Resten, soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder infolge einer Behandlung enthalten sind und Beschichtungen keine halogenorganischen Verbindungen oder Schwermetalle enthalten.
- ▶ Nr. 8.1.1 (Anlagen zur Verwertung und Beseitigung von Abfällen ... durch thermische Verfahren): Die Zuordnung zu den Genehmigungsverfahren und die Einstufung als IED-Anlage erfolgt unter Berücksichtigung der eingesetzten Altholzkategorien, der Einstufung als gefährli-

<sup>89</sup> Bundesregierung (2010)

<sup>90</sup> Bundesregierung (2013d)

cher Abfall und der durchgesetzten Mengen. 8.1.1.5 bezieht sich dabei auf Anlagen, die weniger als 3 Mg nicht gefährlicher Abfälle je Stunde, soweit ausschließlich Altholz der Altholzkategorie A I und A II nach der Altholzverordnung verbrannt wird, und die Feuerungswärmeleistung 1 MW oder mehr beträgt.

#### **17. BImSchV:**

Die Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen (17. BImSchV)<sup>91</sup> gilt für die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Abfallverbrennungs- und Abfallmitverbrennungsanlagen, die nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes in Verbindung mit der in Nummer 2 genannten Verordnung genehmigungsbedürftig sind (§ 1 Abs. 1 der 17. BImSchV) und in denen die in § 1 Abs. 1 Nr. 1 bis 3 genannten Abfälle und Stoffe eingesetzt werden. Sie enthält die Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb von Abfallverbrennungs- und Abfallmitverbrennungsanlagen (§ 1 Abs. 4 Nr. 1) und zur Erfüllung von Luftqualitätsanforderungen (§ 1 Abs. 4 Nr. 2).

Vom Geltungsbereich ausgenommen sind u. a. Anlagen, die Biobrennstoffe nach § 2 Abs. 6 Nr. 2 der 13. BImSchV<sup>92</sup> einsetzen. Danach gehören Holzabfälle mit Ausnahme jener, die mit Holzschutzmitteln behandelt sind oder infolge einer Beschichtung halogenorganische Verbindungen oder Schwermetalle enthalten können, zu den Biobrennstoffen.

Die Regelungen der 17. BImSchV sind jedoch gemäß § 1 Abs. 1 und 3 immer einzuhalten, wenn Altholz der Kategorien A III und A IV eingesetzt wird.

Verminderte immissionsschutzrechtliche Anforderungen können bestehen, wenn der Anteil des Altholzes der Kategorie A IV geringer als 25 Gew.-% ist.

#### **44. BImSchV:**

Mit der 44. BImSchV<sup>93</sup>, Verordnung zur Einführung der Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen sowie zur Änderung der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen, werden die Anforderungen an die in den Geltungsbereich der Richtlinie (EU) 2015/2193 fallenden Anlagen, die bislang in der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft und in der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen geregelt wurden, in einer einzigen Verordnung zusammengefasst. Die Verordnung gilt gemäß § 1 Abs. (1) 44. BImSchV somit unabhängig vom Brennstoff für die Errichtung und den Betrieb von:

1. genehmigungsbedürftigen und nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen (mittelgroße Feuerungsanlagen, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen) mit einer Feuerungswärmeleistung von mindestens 1 Megawatt und weniger als 50 Megawatt,
2. genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen (mittelgroße Feuerungsanlagen, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen) mit einer Feuerungswärmeleistung von weniger als 1 Megawatt und
3. gemeinsamen Feuerungsanlagen gemäß § 4 der 44. BImSchV mit einer Feuerungswärmeleistung von mindestens 1 Megawatt, es sei denn, diese Kombination bildet eine Feuerungsanlage mit einer Feuerungswärmeleistung von 50 Megawatt oder mehr, die unter den Anwendungsbereich der Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021, 1023, 3754), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 19. Dezember 2017 (BGBl. I S. 4007) geändert worden ist, fällt.

<sup>91</sup> Bundesregierung (2013b)

<sup>92</sup> Bundesregierung (2013c)

<sup>93</sup> Bundesregierung (2019)

Die Verordnung sieht nationale Emissionsgrenzwerte unter anderem für Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>), Kohlenstoffmonooxid (CO) und Gesamtstaub vor. Die Höhe der Grenzwerte wurde in Abhängigkeit der eingesetzten Brennstoffe festgelegt.

Als Biobrennstoffe sind hierbei definiert „Holzabfälle mit Ausnahme von Holzabfällen, die infolge einer Behandlung mit Holzschutzmitteln oder infolge einer Beschichtung halogenorganische Verbindungen oder Schwermetalle enthalten können“ (§ 2 Abs. 7 der 44. BImSchV).

Naturlas Holz im Sinne der 44. BImSchV ist Holz, das „ausschließlich mechanischer Bearbeitung ausgesetzt war und bei seiner Verwendung nicht mehr als nur unerheblich mit Schadstoffen kontaminiert wurde“ (§ 2 Abs. 25 der 44. BImSchV). Hierzu zählen von den Holzabfällen ausschließlich die Althölzer der Kategorie A I.

Werden Holzabfälle der Altholzkategorie A II nach § 2 Nummer 4 Buchstabe b der Altholzverordnung eingesetzt, so dürfen die Emissionen an Quecksilber und seinen Verbindungen im Abgas eine Massenkonzentration von 0,05 mg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten (§ 10 Abs. 10 der 44. BImSchV).

Zusätzlich sind nachfolgende Aspekte geregelt:

- ▶ Anforderungen an die Registrierung von nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen,
- ▶ Überwachung der Emissionen aus den Anlagen,
- ▶ Berichterstattung für die Jahre 2021, 2026 und 2031 an die Europäische Kommission zur Emissionsentwicklung in den geregelten Anlagen.

#### **TA Luft:**

Die erste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Luft)<sup>94</sup> dient dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen und der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen (Kap. 1 TA Luft).

Sie soll den zuständigen Behörden – und damit mittelbar auch den Betreibern von Anlagen – bundeseinheitliche, den aktuellen Erkenntnissen entsprechende Vorgaben für die immissionschutzrechtliche Beurteilung von Luftverunreinigungen, insbesondere aus genehmigungsbedürftigen Anlagen, an die Hand geben. Dies hat unter Beachtung der Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft bzw. Union, des Bodenschutzrechts und anderer Rechtsvorschriften zu erfolgen.<sup>95</sup>

Seit Inkrafttreten der aktuell geltenden TA Luft im Jahr 2002 hat sich der Stand der Technik in vielen Bereichen weiterentwickelt. Um dem Anspruch an eine konsistente, vollzugsvereinfachende und –vereinheitlichende und rechtssichere Verwaltungsvorschrift weiterhin gerecht zu werden, wird die TA Luft derzeit novelliert (siehe Referentenentwurf vom 16.07.2018) u. a. zur:

- ▶ Umsetzung von Regelungen aus dem EU- in nationales Recht (BVT-Schlussfolgerungen),
- ▶ Überprüfung des Standes der Technik (u. a. Stickstoffoxide, Feinstaub, besonders gesundheitsschädliche Stoffe, Geruchs- und Bioaerosolimmissionen).

#### **2.1.10 EG-Abfallverbringungsverordnung und Abfallverbringungsgesetz**

Die **europäische Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 über die Verbringung von Abfällen** (VVA<sup>96</sup>) regelt die grenzüberschreitende Verbringung von Abfällen für die EU-Mitgliedsstaaten.

<sup>94</sup> Bundesregierung (2002b)

<sup>95</sup> BMU (2018b)

<sup>96</sup> Europäisches Parlament und Rat der EU (2006)



Sie legt Verfahren und Kontrollregelungen für die Verbringung fest, mit der vorrangigen Ausrichtung auf den Umweltschutz. Für die einzelnen Abfälle wird festgelegt, ob sie einer schriftlichen Notifizierung oder den allgemeinen Informationspflichten unterliegen.

Anhang III („grüne Liste“) gibt die Abfälle vor, die der allgemeinen Informationspflicht unterliegen (u. a. „Abfälle aus nicht behandeltem Kork und Holz“ (B3050) entsprechend Altholz der Kategorie A I).

In Anhang IV („gelbe Liste“) werden notifizierungspflichtige Abfälle aufgeführt (u. a. „Abfälle von behandeltem Kork und Holz“ (AC 170), entspricht Althölzern der Kategorien II bis IV.)

Bei der Verbringung von Abfällen im Rahmen der allgemeinen Informationspflichten sind die in Anhang VII vorgegebenen Versandinformationen mitzuführen. Der Vertrag über die Verwertung der Abfälle muss bereits zum Zeitpunkt der Verbringung wirksam sein. Im Gegensatz dazu ist im Notifizierungsverfahren bereits vor der Verbringung eine schriftliche Notifizierung bei den zuständigen Behörden abzugeben. Hierbei sind ein Notifizierungsformular gemäß Anhang IA und ein Begleitformular gemäß Anhang IB einzureichen. Ein Vertrag über die Verwertung oder die Beseitigung der Abfälle ist nachzuweisen.

Gemäß Artikel 12 Abs. 1 c können die zuständigen Behörden in Deutschland Einwände gegen die Verbringung von zur Verwertung bestimmten notifizierungspflichtigen Abfällen erheben, wenn die geplante Verbringung oder Verwertung nicht im Einklang mit bestimmten nationalen Rechtsvorschriften steht, auch dann, wenn die Standards für die Behandlung z. B. in einer Anlage zur Altholzverwertung weniger streng sind als in Deutschland.

Die Mitteilung der Kommission zu Auslegungsfragen betreffend Abfall und Nebenprodukte vom 21.02.2007<sup>97</sup> soll die Unterscheidung von Abfällen und Nebenprodukten z. B. bei der Genehmigung von grenzüberschreitenden Verbringungen erleichtern. Dementsprechend werden in Kapitel 3.3. der Mitteilung die Bedingungen, unter denen ein Material als Abfall bzw. als Nebenprodukt angesehen werden kann, genauer erläutert. In Anhang 1 werden Beispiele für die Zuordnung als Abfall bzw. als Nebenprodukt genannt. Hiernach werden Sägemehl, Holzspäne und Schnittabfälle aus der Holzindustrie den Nebenprodukten zugeordnet (Anhang I Nr. 4 der Mitteilung), die somit nicht der VVA unterliegen. Soll für andere Materialien aus Holz eine Einstufung als Nebenprodukt erfolgen, ist zu überprüfen, ob die Kriterien in Kap. 3.3. im Einzelfall anwendbar sind.

### **2.1.11 Weitere Regelwerke und Normen**

Neben den dargestellten Gesetzen und Verordnungen wurden auch die novellierten Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken für die Abfallbehandlung und weitere Normen, Regelwerke, Richtlinien und Merkblätter auf ihre Relevanz für die Novellierung der Altholzverordnung überprüft.

#### **2.1.11.1 Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) für die Abfallbehandlung**

Mit dem Durchführungsbeschluss (EU) 2018/1147 der Kommission vom 10. August 2018 hat die EU die Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates<sup>98</sup> für die Abfallbehandlung (bekannt gegeben unter Aktenzeichen C (2018) 5070) angenommen (Art. 1)<sup>99</sup>. Der Beschluss ist an die Mitgliedstaaten gerichtet (Art. 2) und somit durch diese im nationalen Recht umzusetzen.

<sup>97</sup> Europäische Kommission (2007)

<sup>98</sup> Europäisches Parlament und Rat der EU (2010)

<sup>99</sup> Europäische Kommission (2018b)

Nach den allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen für die mechanische Abfallbehandlung sind nach BVT 25 Emissionen von Staub, partikelgebundenen Metallen, PCDD/F und dioxinähnlichen PCB in die Luft zu vermindern. Hierzu sind Maschinen, Geräte oder sonstige Einrichtungen zur Aufbereitung in geschlossenen Räumen zu errichten. Die Abgasströme dieser Einrichtungen sind zu erfassen und einer Abgasreinigungseinrichtung zu zuführen. Des Weiteren ist neben der Nutzung von Zyklon, Gewebefilter oder Nasswäsche auch eine Wasserinjektion in den Shredder möglich. Damit ist die Einhaltung eines BVT-assoziierten Grenzwertes<sup>100</sup> für Staub in Höhe von 2 – 5 mg/Nm<sup>3</sup> Abluft zu gewährleisten.

Für die mechanische Behandlung von heizwertreichen Abfällen (= Behandlung von Altholz, Kunststoffabfällen usw. zur Brennstoffgewinnung oder um den Heizwert besser nutzen zu können) gilt darüber hinaus die BVT-Schlussfolgerung Nr. 31 unter Anwendung der BVT 14d (Einhausung/Kapselung von Maschinen, Geräten oder sonstigen Einrichtungen zur Aufbereitung und die Erfassung sowie Behandlung der gefassten Abgasströme). Durch eine oder eine Kombination der Techniken Adsorption, Biofilter, thermische Oxidation und Nasswäsche sind die Emissionen organischer Verbindungen in die Luft zu verringern.

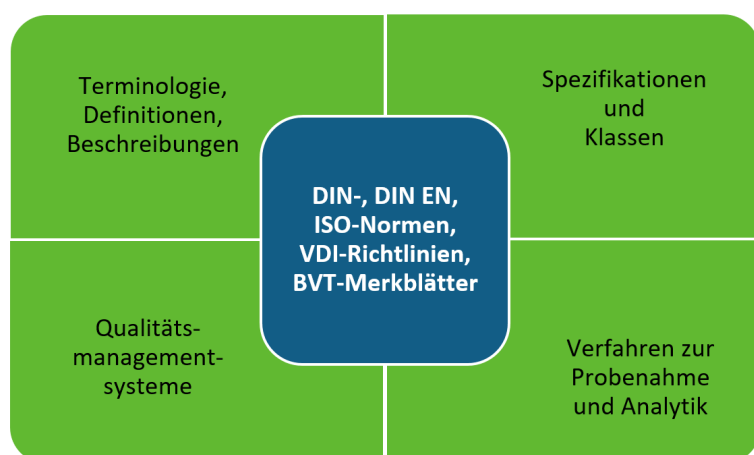
Damit muss ein BVT-assoziiertes Emissionswert für TVOC zwischen 10 und 30 mg/Nm<sup>3</sup> Abluft erreicht werden. Dieser gilt jedoch nur, wenn organische Verbindungen gemäß der in der BVT 3 genannten Liste der Abgasströme und ihrer Merkmale als relevante Stoffe im Abgasstrom festgestellt werden. Die Umsetzung der Vorgaben aus den BVT-Schlussfolgerungen in nationales Recht wird vor allem im Rahmen der Novellierung der TA Luft stattfinden (siehe dort).

#### 2.1.11.2 Regelwerke und Normen

Für den Bereich der Einordnung von Althölzern, deren Probenahme und Analytik existieren verschiedenste Normen, Regelwerke, Richtlinien und Merkblätter, die auf ihre Relevanz für eine Novellierung der AltholzV geprüft wurden (vgl. Abb. 3).

Die in der gültigen Fassung der Altholzverordnung in Anhang IV (Vorgabe zur Analytik für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur Herstellung von Holzwerkstoffen) genannten DIN-Normen waren in Bezug auf ihre Aktualität zu prüfen (vgl. Anhang A). Es wird deutlich, dass sich der Stand der Technik auch im Analysebereich deutlich weiterentwickelt hat, und der überwiegende Teil der in der AltholzV genannten Normen mittlerweile veraltet ist. Für eine Novellierung der AltholzV ist somit eine Revision und Ergänzung der anzuwendenden Normen zu berücksichtigen.

**Abbildung 3: Regelwerke und Normen**



Quelle: eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

<sup>100</sup> Mittelwert über einen Probenahmezeitraum



In den letzten Jahren wurden Normen für feste Abfälle, Biobrennstoffe oder auch für die Untersuchung fester Sekundärbrennstoffe, d. h. Brennstoff aus nicht gefährlichem Abfall, entwickelt und etabliert, die in einer zukünftigen Altholzverordnung mit aufgenommen werden sollten.

So ist der Begriff „feste Sekundärbrennstoffe“ definiert als fester Brennstoff, hergestellt aus nicht gefährlichem Abfall (vgl. auch DIN EN 15359-01), der zur Energiegewinnung in Verbrennungs- oder Mitverbrennungsanlagen zu nutzen ist. Hierzu zählen auch Holz, Papier, Pappe etc. Auch aufgrund der im Hinblick auf wesentliche physikalische Eigenschaften (Korngrößen, Kornformen, Schüttfähigkeit, Entmischung) größeren Ähnlichkeit von Altholz und festen Sekundärbrennstoffen wurde vorgeschlagen, dass die novellierte Altholzverordnung auch diese Normen berücksichtigen sollte.

Darüber hinaus werden Holzabfälle nach DIN EN 14961-1, die die qualitätsbezogenen Brennstoffklassen und Spezifikationen für feste Biobrennstoffe festlegt, als feste Biobrennstoffe definiert. Ausnahme bilden Holzabfälle, die im Ergebnis der Behandlung mit Holzschutzmitteln oder der Aufbringung von Beschichtungen halogenierte organische Verbindungen oder Schwermetalle aus der Behandlung enthalten.

Auch wurden in den letzten Jahren neue Normen verabschiedet. So wurde für die PCB-Analytik mittlerweile die DIN EN 15308 für die Charakterisierung von Abfällen erarbeitet und veröffentlicht. Für die PCP-Analytik liegt die DIN ISO 14154 vor, deren Anwendungsbereich jedoch die Untersuchung von Bodenbeschaffenheiten ist und zu deren Anwendbarkeit für die Matrix Holz bislang keine Informationen vorliegen.

Darüber hinaus hat die Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Abfall im Mai 2018 das „Fachmodul Abfall zur Verwaltungsvereinbarung der Länder über den Kompetenznachweis und die Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen im gesetzlich geregelten Umweltbereich“ veröffentlicht.<sup>101</sup> Dieses Fachmodul regelt die Notifizierung von Untersuchungsstellen (Teil I) sowie die Anforderungen zur Ermittlung und regelmäßigen Kontrolle von deren fachlicher Kompetenz (Mess- und Prüfstellen, Teil II) im Rahmen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) des Bundes und der Abfallgesetze der Länder sowie der in diesem Zusammenhang erlassenen Verordnungen, u. a. auch der Altholzverordnung. Die Amtschefkonferenz hat der Veröffentlichung zugestimmt (Mai 2018) und den Ländern die Anwendung des Fachmoduls empfohlen.

Im Teil III sind im Untersuchungsbereich 6 die Anforderungen für Altholz vorgegeben, die sich aus der derzeitigen Altholzverordnung ergeben (s. Anhang C).

Diese Zusammenstellung sollte um Normen (vgl. Anhang A) ergänzt und für den Bereich der Probenahme entsprechend angepasst werden (siehe Kapitel 3.4.1).

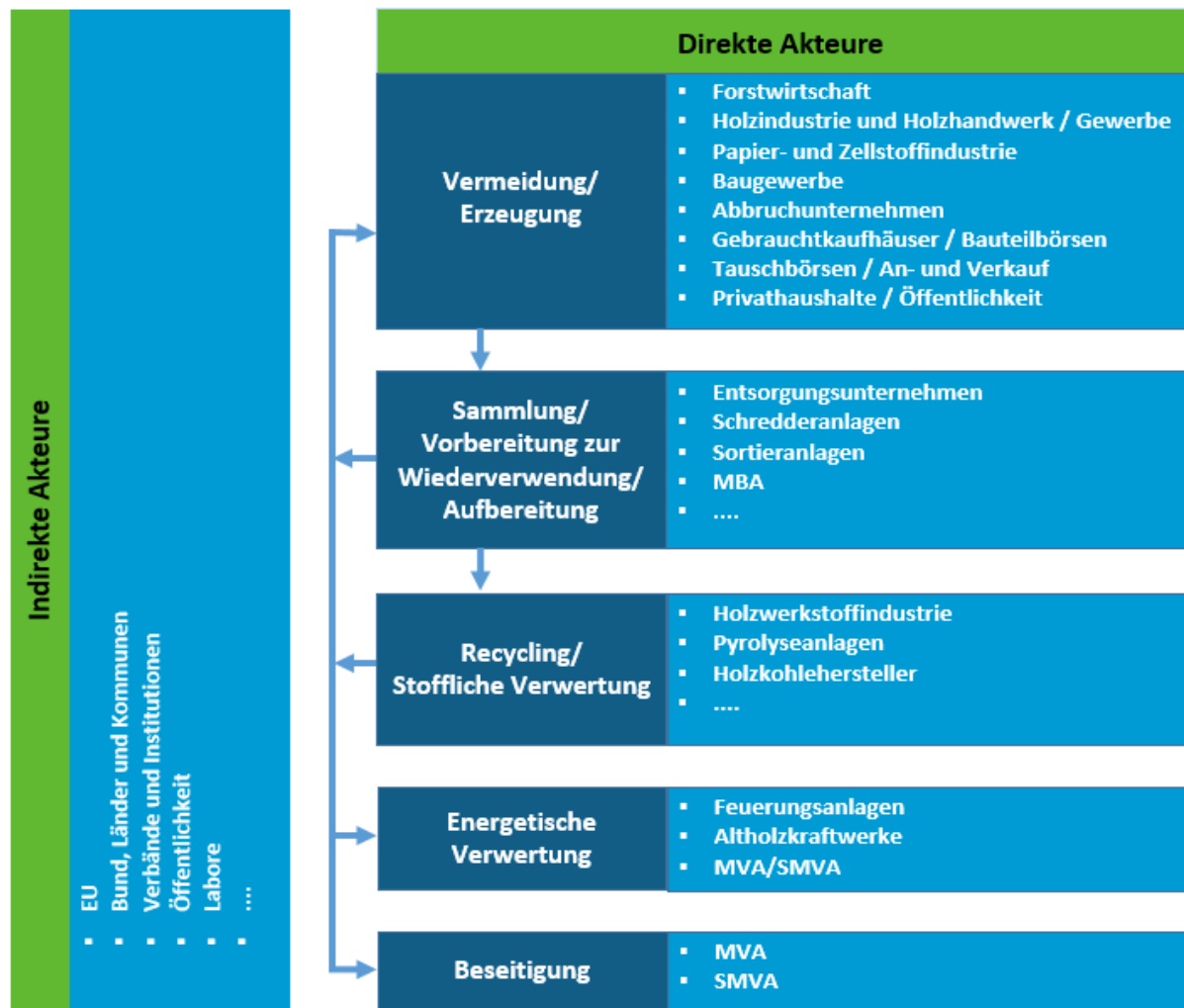
## 2.2 Akteure im Altholzmarkt

Im Rahmen des Projektes wurden die Akteure des Altholzmarktes in Bezug auf die Altholzsammlung, -aufbereitung und -verwertung identifiziert. Hierbei wurde unterschieden in Akteure mit direktem und indirektem Einfluss auf die Altholzbranche (vgl. Abbildung 4).

---

<sup>101</sup> LAGA (2018)

Abbildung 4: Akteure des Altholzmarktes



Quelle: eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

Eine Zusammenstellung der Anzahl der Akteure aus den Bereichen Aufbereitung und Entsorgung zeigt nachfolgende Tabelle 1. In Deutschland wurden demnach in 2016 über 1.000 Altholzbehandlungsanlagen betrieben, wobei die jeweiligen Kapazitäten zwischen < 500 Mg/a und > 50.000 Mg/a (bis ca. 200.000 Mg/a) lagen.

**Tabelle 1: Anzahl der Akteure aus den Bereichen Aufbereitung und Entsorgung von Altholz (ausgewählte Aufbereitungs- und Entsorgungswege von Altholz\*)**

| Aufbereitung/ Entsorgung              | Direkte Akteure                                                              | Anzahl       |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Aufbereitung/ sonstige Sortieranlagen | MBA (2017) <sup>102</sup>                                                    | 44           |
|                                       | Altholzaufbereitungsanlagen (2016) <sup>103</sup>                            | 1.056        |
|                                       | Spanplattenhersteller (2015) <sup>104</sup>                                  | 13           |
| Recycling/ Stoffliche Verwertung      | Sonstige Holzwerkstoffhersteller (2017)** <sup>105</sup>                     | 20           |
|                                       | Pyrolyse, Vergasung (2017) <sup>106</sup>                                    | (2)          |
|                                       | Holzkohlehersteller (2017) <sup>107</sup>                                    | (2)          |
| Energetische Verwertung               | Kleinf Feuerungsanlagen (< 1 MW, 2017) <sup>108***</sup>                     | 36.572***    |
|                                       | Mittlere und große Altholzfeuerungsanlagen (> 1 MW, 2016) <sup>109****</sup> | 204 (56)**** |
|                                       | Industriekraftwerke (2017) <sup>110</sup>                                    | 19           |
|                                       | EBS-Kraftwerke (2017) <sup>111</sup>                                         | 35           |
| Energetische Verwertung / Beseitigung | MVA (2017) <sup>112</sup>                                                    | 66           |
|                                       | SMVA (2017) <sup>113</sup>                                                   | 31           |

Quellen: Flamme, S. et al. (2018), Döring, P. et al. (2018 a, b, c), Döring, P. et al. (2017), EPF (2017), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018 a), WWF (2017)

\*: Angaben zum Anlagenbestand 2015 bis 2017

\*\*: Hersteller von MDF, OSB, Hartfaserplatten und Sperrholz

\*\*\*: Öffentliche und gewerbliche Kleinf Feuerungsanlagen, die z.T. Altholz einsetzen

\*\*\*\*: Davon 56 Feuerungsanlagen > 20 MW<sup>114</sup>

Die Zuordnung der Altholzaufbereitungsanlagen nach ihrem jeweiligen Handelsvolumen (vgl. Abbildung 5) zeigt, dass Anlagen > 10.000 Mg/a einen Anteil von ca. 15 % ausmachen. Große Aufbereitungsanlagen (> 50.000 Mg/a) haben einen Anteil von 4 %. Bei 75 % der Altholzaufbereitungsanlagen liegt die Aufbereitungskapazität unter 5.000 Mg/a.<sup>115</sup>

<sup>102</sup> Flamme, S. et al. (2018)

<sup>103</sup> Döring, P. et al. (2018 a)

<sup>104</sup> Döring, P. et al. (2017)

<sup>105</sup> EPF (2017)

<sup>106</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018a)

<sup>107</sup> WWF (2017)

<sup>108</sup> Döring, P. et al. (2018c)

<sup>109</sup> Döring, P. et al. (2018b)

<sup>110</sup> Flamme, S. et al. (2018)

<sup>111</sup> Flamme, S. et al. (2018) Davon 3 Anlagen in Planung bzw. im Bau

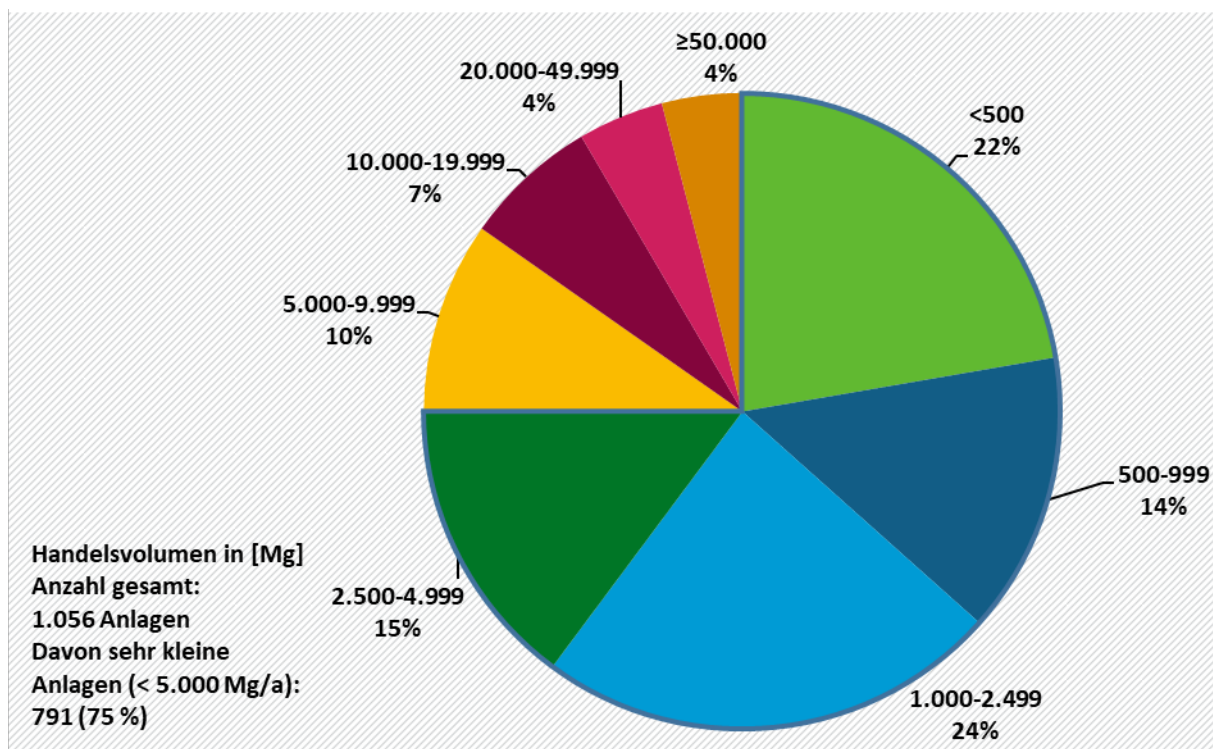
<sup>112</sup> Flamme, S. et al. (2018)

<sup>113</sup> Flamme, S. et al. (2018)

<sup>114</sup> Flamme, S. et al. (2018)

<sup>115</sup> Döring, P.; Mantau, U. (2018)

**Abbildung 5: Anteil der Anlagen zur Altholzaufbereitung nach Handelsvolumen in Deutschland für das Jahr 2016<sup>116</sup>**



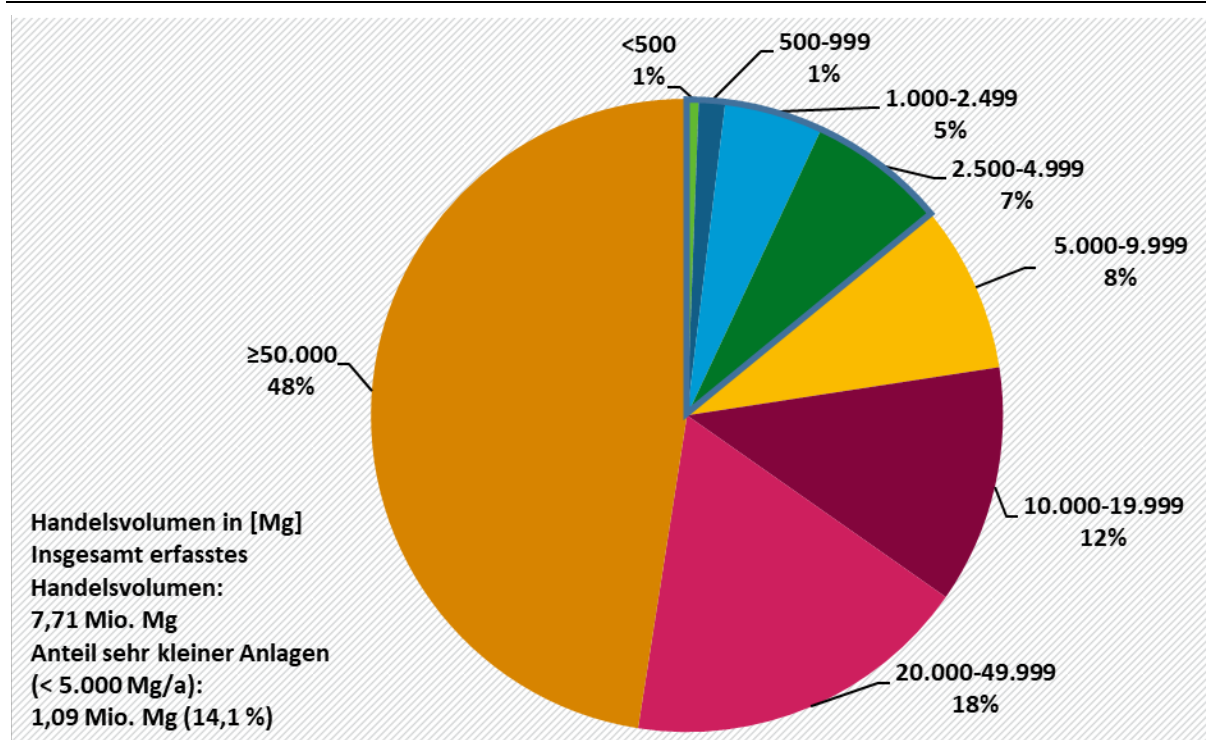
Quelle: Döring, P.; Mantau, U. (2018)

Werden die Altholzaufbereitungsanlagen nach dem Anteil am Handelsvolumen im Jahr 2016 zugeordnet, so wird deutlich, dass die sehr kleinen Anlagen mit einem Handelsvolumen von < 5.000 Mg/a nur einen Anteil am Handelsvolumen von ca. 14 % aufweisen (vgl. Abbildung 6). Dabei wird der Begriff Handelsvolumen für das insgesamt von den Anlagen gehandelte Altholz verwendet (mit oder ohne Aufbereitung).

In Anlagen mit einem Handelsvolumen > 10.000 Mg/a wurden in 2016 nahezu 80 % des hier betrachteten Altholzes aufbereitet. Ca. 50 % des Altholzes wurde in Anlagen mit einer Kapazität von > 50.000 Mg/a behandelt.

<sup>116</sup> Döring, P.; Mantau, U. (2018)

**Abbildung 6: Anteil der Altholzaufbereitungsanlagen nach Handelsvolumen der Einzelanlagen am gesamten Handelsvolumen in Deutschland für das Jahr 2016** <sup>117</sup>



Quelle: Döring, P.; Mantau, U. (2018)

Aufbereitetes Altholz wurde im Jahr 2016 in 13 Anlagen zur Herstellung von Spanplatten stofflich verwertet. Sonstige Holzwerkstoffe (MDF, HDF und LDF) wurden von 20 weiteren Holzwerkstoffherstellern produziert (vgl. Tabelle 1), wobei hier kaum Altholz eingesetzt wurde. Die für die stoffliche Verwertung v. a. relevanten Spanplattenwerke treten gehäuft im Sauerland (Nordrhein-Westfalen) und im südlichen Raum von Deutschland (nördliches Bayern und Baden-Württemberg) auf. In Nord- und Ostdeutschland sind dagegen kaum entsprechende Abnehmer zur stofflichen Verwertung vorhanden (vgl. Abbildung 7).

Die Verwendung von Altholz in Pyrolyseanlagen sowie zur Herstellung von Aktiv- und Industriekohle spielen zurzeit keine Rolle (vgl. Tabelle 1). Darüber hinaus wurde 2016 Altholz in 204 Altholzfeuerungsanlagen (größer 1 MW) und 19 Industriekraftwerken energetisch verwertet.<sup>118</sup> Dabei wurden in den Industriekraftwerken in erster Linie Reststoffe und Abfälle aus der Holzproduktion verwertet. Die ebenfalls dargestellten EBS-Kraftwerke, MVA und SMVA setzten dagegen nur geringe Mengen an Althölzern ein. Hinzu kommen etwa 36.500 öffentliche oder gewerbliche Kleinf Feuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung kleiner 1 MW, die insgesamt 0,14 Mio. Mg im Jahr 2016 an Altholz verwerteten.<sup>119</sup>

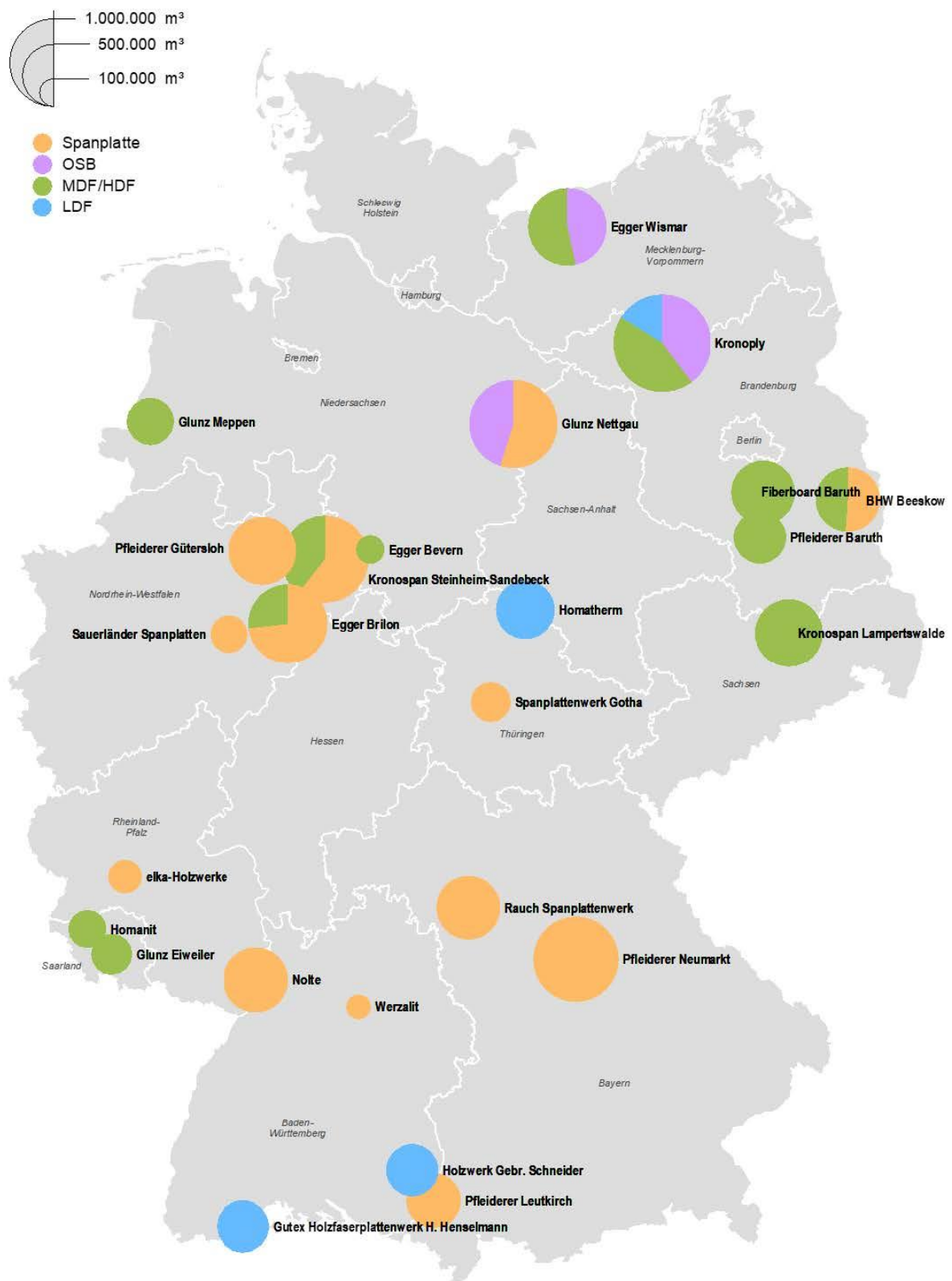
<sup>117</sup> Döring, P.; Mantau, U. (2018)

<sup>118</sup> BAV (2016)

<sup>119</sup> Döring, P. et al. (2018c)



**Abbildung 7: Produktionsstandorte der Holzwerkstoffindustrie im Jahr 2015<sup>120</sup>**



Quelle: Döring, P. et al. (2017)

<sup>120</sup> Döring, P. et al. (2017)

## 2.3 Grundlagen für das Stoffstrommodell

### 2.3.1 Bilanzrahmen

Für die Erstellung des Stoffstrommodells ist die Festlegung des Bilanzrahmens erforderlich. Hierzu war zunächst zu klären, welche holzartigen Abfälle unter den Begriff „Altholz“ gemäß § 2 Ziff. 1-3 AltholzV fallen. Demnach ist **Altholz** definiert als: Industrierestholz und Gebrauchtholz, soweit dies Abfall im Sinne des § 3 Abs. 1 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) ist. Altholz aus diesen Bereichen ist folgendermaßen beschrieben:

- ▶ **Industrierestholz**  
in Betrieben der Holzbe- oder -verarbeitung anfallende Holzreste einschließlich der in Betrieben der Holzwerkstoffindustrie anfallenden Holzwerkstoffreste sowie anfallende Verbundstoffe mit überwiegendem Holzanteil (mehr als 50 Masseprozent).
- ▶ **Gebrauchtholz**  
gebrauchte Erzeugnisse aus Massivholz, Holzwerkstoffen oder aus Verbundstoffen mit überwiegendem Holzanteil (mehr als 50 Masseprozent).

Nach der „Begründung für die Verordnung über die Entsorgung von Altholz“ (2002)<sup>121</sup> werden Koppel- und Nebenprodukte (s. a. § 4 KrWG „Nebenprodukte“)<sup>122</sup> sowie Waldrestholz (Schwachholz aus der Durchforstung) nicht dem Altholz zugeordnet.

Neben den Definitionen für Altholz enthält die AltholzV in Anhang III Beispiele für die „Zuordnung gängiger Altholzsortimente im Regelfall“ (vgl. Tabelle 2).

Hierbei ist zu beachten, dass Abfälle, die unter einen bestimmten Abfallschlüssel (ASN) fallen, ggf. unterschiedlichen Altholzkategorien zuzuordnen sind. So sind beispielsweise Paletten, die unter den ASN 15 01 03 (Verpackungen aus Holz) fallen, in Abhängigkeit ihrer Zusammensetzung nachfolgend zu kategorisieren:

- ▶ Paletten aus Vollholz: Kategorie A I
- ▶ Paletten aus Holzwerkstoffen: Kategorie A II
- ▶ Paletten mit Kunststoffverbunden: Kategorie A III

<sup>121</sup> Bundeskabinett (2002)

<sup>122</sup> Definition Nebenprodukte (§ 4 KrWG): Fällt ein Stoff oder Gegenstand bei einem Herstellungsverfahren an, dessen hauptsächlicher Zweck nicht auf die Herstellung dieses Stoffes oder Gegenstandes gerichtet ist, ist er als Nebenprodukt und nicht als Abfall anzusehen, wenn

1. sichergestellt ist, dass der Stoff oder Gegenstand weiterverwendet wird,
2. eine weitere, über ein normales industrielles Verfahren hinausgehende Vorbehandlung hierfür nicht erforderlich ist,
3. der Stoff oder Gegenstand als integraler Bestandteil eines Herstellungsprozesses erzeugt wird und
4. die weitere Verwendung rechtmäßig ist ....



**Tabelle 2: Beispiele für die „Zuordnung gängiger Altholzsortimente im Regelfall“ gem. AltholzV<sup>123</sup>**

| ASN       | Bezeichnung                                                                                                     | Beispiele für Sortimente                                                                                                                                                                                                                                                       | Altholz-kategorie |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 03 01 05  | Sägemehl, Späne, Abschnitte, Holz, Spanplatten und Furniere mit Ausnahme derjenigen, die unter 03 01 04* fallen | Verschnitt, Abschnitte, Späne von naturbelassenem Vollholz                                                                                                                                                                                                                     | A I               |
|           |                                                                                                                 | Verschnitt, Abschnitte, Späne von Holzwerkstoffen und sonstigem behandelten Holz<br>Bauspanplatten                                                                                                                                                                             | A II              |
| 15 01 03  | Verpackungen aus Holz                                                                                           | Paletten aus Vollholz (z. B. Europaletten)<br>Transportkisten, Obst- und Gemüseboxen<br>Kabeltrommeln aus Vollholz (Herstellung nach 1989)                                                                                                                                     | A I               |
|           |                                                                                                                 | Paletten aus Holzwerkstoffen                                                                                                                                                                                                                                                   | A II              |
|           |                                                                                                                 | sonstige Paletten mit Verbundmaterialien                                                                                                                                                                                                                                       | A III             |
| 15 01 10* | Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind      | Kabeltrommeln (Herstellung vor 1989)<br>Munitionskisten                                                                                                                                                                                                                        | A IV              |
| 17 02 01  | Holz                                                                                                            | Naturbelassenes Vollholz von Baustellen                                                                                                                                                                                                                                        | A I               |
|           |                                                                                                                 | Schalhölzer von Baustellen<br>Dielen, Deckenpaneele, Türblätter, Zargen usw. aus dem Innenausbau                                                                                                                                                                               | A II              |
| 17 02 04* | Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind     | Konstruktionshölzer für tragende Bauteile (z. B. Dachstuhlholz, Dachsparren)<br>Fenster, Fensterstöcke, Außentüren<br>Imprägnierte Bauhölzer aus dem Außenbereich<br>Palisaden, Pergolen, Gartenhäuser, Gartenzäune, imprägnierte Gartenmöbel<br>Bahnschwellen, Leitungsmasten | A IV              |
| 17 06 03* | anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche Stoffe enthält                           | Dämm- und Schallschutzplatten, die PCB enthalten                                                                                                                                                                                                                               | Beseitigung       |
| 19 12 06* | Holz, das gefährliche Stoffe enthält                                                                            | Feinfraktion aus der Aufarbeitung von Altholz zu Holzwerkstoffen                                                                                                                                                                                                               | A IV              |
| 20 01 38  | Holz mit Ausnahme desjenigen, das unter 20 01 37* fällt                                                         | Möbel, naturbelassenes Vollholz                                                                                                                                                                                                                                                | A I               |
|           |                                                                                                                 | Möbel, ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung                                                                                                                                                                                                                 | A II              |
|           |                                                                                                                 | Möbel, mit halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung                                                                                                                                                                                                                  | A III             |
| 20 03 07  | Sperrmüll                                                                                                       | Altholz aus dem Sperrmüll (Mischsortiment)                                                                                                                                                                                                                                     | A III             |

<sup>123</sup> Bundesregierung (2002a), eigene Darstellung

\* -Gefährliche Abfälle

Quelle: Bundesregierung (2002a), eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

Es wird deutlich, dass bei der Altholzzannahme gut geschultes Personal erforderlich ist, um die angelieferten Abfallsortimente der richtigen Altholzkategorie zuzuordnen. Dieses wird auch in § 5 Abs. 1 Nr. 4 AltholzV berücksichtigt.

Da in der Regelvermutung i. W. „gängige“ Altholzsortimente für die Zuordnung nach AltholzV berücksichtigt werden, fehlt bislang eine Klarstellung, welche ASN insgesamt als Altholz anzusehen sind. Hierzu wurden vorhandene Studien und Marktinformationen in Bezug auf die Systemgrenzen ausgewertet und eine Recherche durchgeführt, welche Abfallschlüssel bei Entsorgungsunternehmen in der Praxis als Altholz angenommen werden. Basierend auf diesen Rechercheergebnissen wurde ein Vorschlag zu berücksichtigender Abfallschlüssel erstellt (vgl. Tabelle 3) und nach Abstimmung mit dem Begleitkreis für das Stoffstrommodell (vgl. Kap. 2.4) genutzt.

**Tabelle 3: Zusammenstellung der für das Stoffstrommodell berücksichtigten Abfallschlüssel<sup>124</sup>**

| ASN                                                                                              | Abfallbezeichnung                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abfälle aus der Holzbearbeitung und der Herstellung von Platten und Möbeln (ASN 03 01)           |                                                                                                                |
| 03 01 01                                                                                         | Rinden und Korkabfälle                                                                                         |
| 03 01 04*                                                                                        | Sägemehl, Späne, Abschnitte, Holz, Spanplatten und Furniere, die gefährliche Stoffe enthalten                  |
| 03 01 05                                                                                         | Sägemehl, Späne, Abschnitte, Holz, Spanplatten und Furniere mit Ausnahme derjenigen, die unter 03 01 04 fallen |
| Abfälle aus der Herstellung und Verarbeitung von Zellstoff, Papier, Karton und Pappe (ASN 03 03) |                                                                                                                |
| 03 03 01                                                                                         | Rinden- und Holzabfälle                                                                                        |
| Verpackungen (einschließlich getrennt gesammelter kommunaler Verpackungsabfälle, ASN 15 01)      |                                                                                                                |
| 15 01 03                                                                                         | Verpackungen aus Holz                                                                                          |
| 15 01 10*                                                                                        | Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind     |
| Bau- und Abbruchabfälle aus Holz, Glas und Kunststoff (ASN 17 02)                                |                                                                                                                |
| 17 02 01                                                                                         | Holz                                                                                                           |
| 17 02 04*                                                                                        | Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind    |
| Dämmmaterial und asbesthaltige Baustoffe aus Bau- und Abbruchtätigkeiten (ASN 17 06)             |                                                                                                                |
| 17 06 03*                                                                                        | Anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche Stoffe enthält                          |
| 17 09 04                                                                                         | Gemischte Bau- und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 09 01, 17 09 02 und 17 09 03 fallen    |

<sup>124</sup> Bundesregierung (2001), Eigene Darstellung

| ASN                                                                                                                               | Abfallbezeichnung                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z. B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g. (ASN 19 12) |                                                        |
| 19 12 06*                                                                                                                         | Holz, das gefährliche Stoffe enthält                   |
| 19 12 07                                                                                                                          | Holz mit Ausnahme desjenigen, das unter 19 12 06 fällt |
| Getrennt gesammelte Fraktionen des Siedlungsabfalls (ASN 20 01)                                                                   |                                                        |
| 20 01 37*                                                                                                                         | Holz, das gefährliche Stoffe enthält                   |
| 20 01 38                                                                                                                          | Holz mit Ausnahme desjenigen, das unter 20 01 37 fällt |
| Andere Siedlungsabfälle (ASN 20 03)                                                                                               |                                                        |
| 20 03 07                                                                                                                          | Sperrmüll (Mischsortiment)                             |

\*: Gefährliche Abfälle

Quelle: Bundesregierung (2001)

Bei Abfällen, in denen Holz gemischt mit weiteren Fraktionen erfasst wird, wurden im Rahmen der Stoffstrombilanz nur die Holzanteile berücksichtigt. Dieses betrifft die ASN 15 01 10, 17 02 04\*, 17 06 03\* und 17 09 04. Grundlage für die berücksichtigten Anteile waren Recherchen zu den jeweiligen Holzanteilen in den genannten Abfallarten.

Einige Altholzaufbereitungsanlagen nehmen darüber hinaus holzige Abfälle aus der Forstwirtschaft (ASN 02 01 07) an, wobei es sich hier überwiegend um unbehandeltes Holz, z. B. Baumstümpfe und Sägereste von Baumeinschlagsplätzen handelt. Da diese aber nicht dem Altholz zugeordnet werden (siehe Begründung zur AltholzV), wurden sie in der Stoffstrombilanz nicht berücksichtigt.

### 2.3.2 Altholzaufkommen in Deutschland

Für die Erstellung der Stoffstromanalyse wurden öffentlich verfügbare Daten zu den in Kapitel 2.3.1 dargestellten Abfallschlüsselnummern aus folgenden Bereichen berücksichtigt:

- ▶ Erzeugung von Abfällen (Abfallbilanz),
- ▶ Aufkommen bzw. Behandlung von Altholz,
- ▶ stoffliche und energetische Verwertung von Altholz,
- ▶ Importe und Exporte.

#### 2.3.2.1 Altholzaufkommen auf Grundlage von statistischen Daten zur Abfallerzeugung

In der Abfallbilanz<sup>125</sup> werden die erzeugten „Holzabfälle“ in Deutschland für das Jahr 2016, aufgegliedert nach Wirtschaftszweigen, angegeben. Insgesamt werden nachfolgende Abfallschlüssel (ASN) einbezogen:

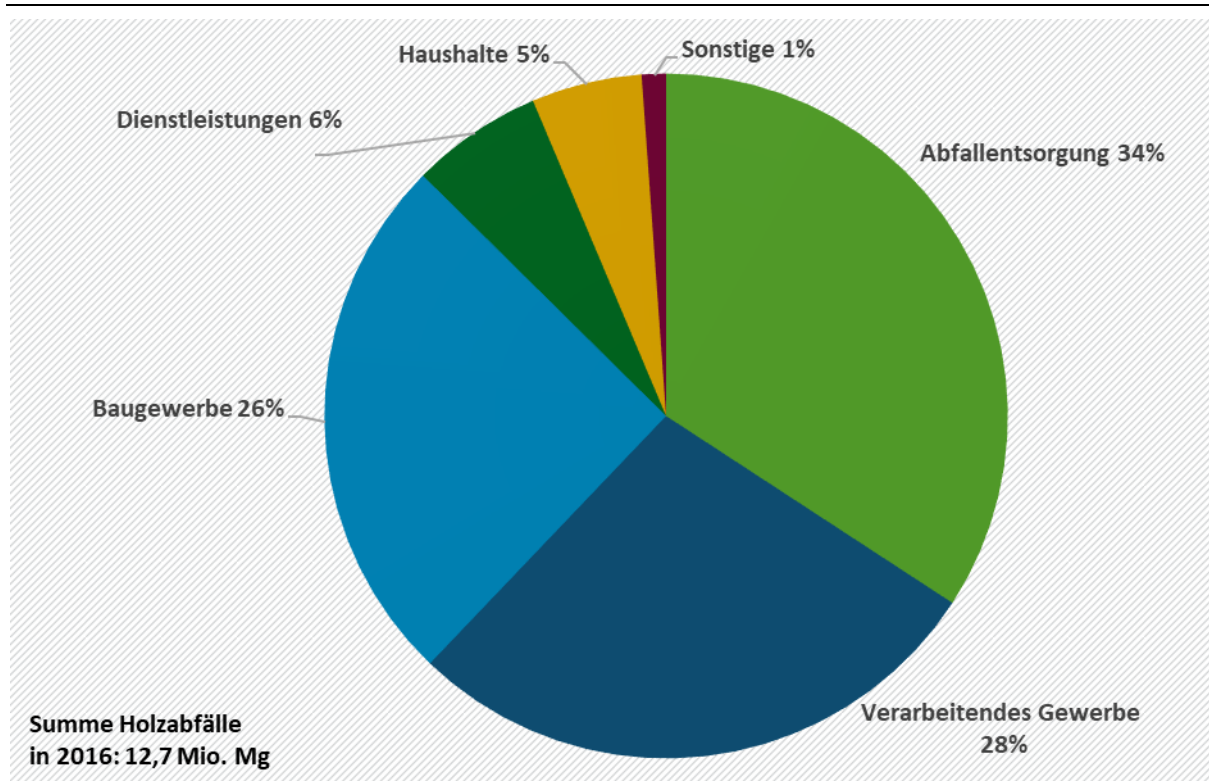
- ▶ 03 01 01 Rinden- und Korkabfälle,
- ▶ 03 01 04\* Sägemehl, Späne, Abschnitte, Holz, Spanplatten und Furniere, die gefährliche Stoffe enthalten,

<sup>125</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018a)

- ▶ 03 01 05 Sägemehl, Späne, Abschnitte, Holz, Spanplatten und Furniere mit Ausnahme derjenigen, die unter 030104 fallen,
- ▶ 03 03 01 Rinden- und Holzabfälle,
- ▶ 15 01 03 Verpackungen aus Holz,
- ▶ 17 02 01 Holz,
- ▶ 19 12 06\* Holz, das gefährliche Stoffe enthält,
- ▶ 19 12 07 Holz mit Ausnahme desjenigen, das unter 191206 fällt,
- ▶ 20 01 37\* Holz, das gefährliche Stoffe enthält,
- ▶ 20 01 38 Holz mit Ausnahme desjenigen, das unter 200137 fällt.

Basierend auf diesen Angaben ergab sich ein Altholzaufkommen von 12,7 Mio. Mg für das Jahr 2016 (vgl. Abbildung 8).

**Abbildung 8: Holzabfälle gemäß Abfallbilanz in Deutschland 2016, aufgeteilt nach Wirtschaftszweigen<sup>126</sup>**



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018 a)

Da Holzabfälle mit den ASN 17 02 04\* (Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten) und 20 03 07 (Sperrmüll) hierbei nicht berücksichtigt wurden, wurden diese auf Grundlage der Daten aus der Fachserie 19 Reihe 1 (2018)<sup>127</sup> (für den ASN 17 02 04\*) bzw. aus der Abfallbilanz für Siedlungsabfälle (für ASN 20 03 07) abgeschätzt.<sup>128</sup>

<sup>126</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018a), eigene Darstellung

<sup>127</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b)

<sup>128</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018a)

**Tabelle 4: Altholzaufkommen in Deutschland (2016) gem. Abfallbilanz und Fachserie 19, Reihe 1<sup>129</sup>**

| <b>Altholzaufkommen in Deutschland (2016) gemäß Abfallbilanz</b>                                                                                  |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Stoffstrom</b>                                                                                                                                 | <b>[Mio. Mg]</b> |
| Holzabfälle gemäß Abfallbilanz (vgl. auch Abbildung 8)                                                                                            | 12,7             |
| ASN 20 03 07 Sperrmüll, Annahme Holzanteil 45% <sup>130</sup>                                                                                     | 1,1              |
| ASN 17 02 04* Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind, Annahme Holzanteil 90% | 0,6              |
| <b>Gesamt</b>                                                                                                                                     | <b>14,4</b>      |

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018a), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b), eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

Das so für das Jahr 2016 ermittelte Altholzaufkommen beträgt ca. 14,4 Mio. Mg/a (s. Tabelle 4) und ist vor dem Hintergrund der in verschiedenen vergleichbaren Studien ermittelten Altholzmengen (10 bis 11 Mio. Mg/a) überschätzt. Dieses ist u. a. auf die in den hier verwendeten Daten teilweise doppelt erfassten Holzmengen, z. B. durch Intrahandel im Bereich der Abfallentsorgung, zurückzuführen. Da der Anteil an Doppelzählungen aber aus den vorliegenden Daten nicht abzuschätzen ist, wird das hier dargestellte Altholzaufkommen nicht für das Stoffstrommodell, sondern lediglich zum Abgleich der weiteren Auswertungen verwendet.

### 2.3.2.2 Altholzaufkommen auf Grundlage statistischer Daten zur Abfallentsorgung

Auch bei der Abschätzung des Altholzaufkommens auf Grundlage statistischer Daten zur Abfallentsorgung (Fachserie 19 Reihe 1)<sup>131</sup> ist eine Doppelerfassung von Teilmengen zu erwarten, da sowohl Input- als auch Outputmengen gemeldet werden. Dienen Outputmengen aus einer Abfallbehandlungsanlage einer nachgelagerten Abfallaufbereitungsanlage als Input, so werden diese doppelt erfasst. Um die vorliegenden Daten für die Stoffstrombilanz entsprechend anzupassen, wurden die Inputmengen um die zugehörigen Outputmengen korrigiert. Um das Altholzaufkommen in Deutschland zu ermitteln, wurden darüber hinaus auch die in der Fachserie 19 Reihe 1 aufgeführten Importe der hier betrachteten Abfallarten zunächst nicht als Input berücksichtigt, sondern in einem weiteren Schritt, ebenso wie die Exporte, berechnet (siehe Kapitel 2.3.2.3).

Für die Abschätzung des Altholzaufkommens in Deutschland wurde auch das Holz aus Abfallbehandlungsanlagen (ASN 19 12 06\* und 19 12 07) zunächst wegen der Doppelnennungen nicht berücksichtigt.

Für Holz aus gemischten Abfallfraktionen (ASN 15 01 10\*, 17 02 04\*, 17 06 03\*, 17 09 04 und 20 03 07) wurden entsprechende Anteile recherchiert und auf Grundlage eigener Erfahrungen und Untersuchungen zu den einzelnen Abfallarten plausibilisiert.

<sup>129</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018a), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b), eigene Darstellung

<sup>130</sup> Müller-Langer, F. et al. (2007)

<sup>131</sup> Müller-Langer, F. et al. (2007)

Das auf Grundlage des dargestellten Vorgehens ermittelte Altholzaufkommen für Deutschland betrug demnach in 2016 ca. 8,6 Mio. Mg/a (vgl. Tabelle 5). In der Gesamtbilanz wurden diese Ergebnisse durch den Abgleich der Daten mit den öffentlich verfügbaren Altholzentsorgungsmengen in Deutschland und dem Altholz-Import/-Export plausibilisiert. Die grün umrandeten Mengen in Tabelle 5 wurden für das Stoffstrommodell übernommen.

**Tabelle 5: Altholzaufkommen in Deutschland 2016<sup>132</sup>**

| Kurzbezeichnung gemäß Abfallkatalog                                                                                                  | ASN       | Mengen in [1.000 Mg] |        |        |                                    | Summe nach Bereich |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------|--------|--------|------------------------------------|--------------------|
|                                                                                                                                      |           | Input                | Output | Import | Aufkommen Deutschland <sup>1</sup> |                    |
| Rinden- und Korkabfälle                                                                                                              | 03 01 01  | 210                  | 0      | 0      | 210                                |                    |
| Sägemehl, Späne, Abschnitte, Holz, Spanplatten und Furniere, die gefährliche Stoffe enthalten                                        | 03 01 04* | 4                    | 0      | 3      | 1                                  |                    |
| Sägemehl, Späne, Abschnitte, Holz, Spanplatten und Furniere mit Ausnahme derjenigen, die unter 03 01 04 fallen                       | 03 01 05  | 2.478                | 383    | 114    | 1.981                              |                    |
| Rinden- und Holzabfälle                                                                                                              | 03 03 01  | 362                  | 2      | 0      | 360                                |                    |
| Holzbe- und Verarbeitung gesamt                                                                                                      |           |                      |        |        |                                    | <b>2.552</b>       |
| Verpackungen aus Holz                                                                                                                | 15 01 03  | 687                  | 113    | 18     | 556                                |                    |
| Holz aus „Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind“ (Anteil 15 %)  | 15 01 10* | 6                    | 0      | 1      | 5                                  |                    |
| Verpackungsabfälle gesamt                                                                                                            |           |                      |        |        |                                    | <b>561</b>         |
| Holz                                                                                                                                 | 17 02 01  | 3.121                | 261    | 25     | 2.834                              |                    |
| Holz aus "Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind" (Anteil 90 %) | 17 02 04* | 709                  | 59     | 83     | 567                                |                    |
| Holz aus "anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche Stoffe enthält" (Anteil 75%)                        | 17 06 03* | 8                    | 0      | 0      | 8                                  |                    |
| Holz aus "gemischte Bau- und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 09 01, 17 09 02 und 17 09 03 fallen" (Anteil 20%)  | 17 09 04  | 690                  | 54     | 0      | 636                                |                    |
| Bau- und Abbruch gesamt                                                                                                              |           |                      |        |        |                                    | <b>4.044</b>       |

<sup>132</sup> Quellen für Mengenangaben: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b), eigene Berechnungen  
 Quellen für Holzanteile: Wagner, J. et al. (2012), Kreislaufwirtschaft Bau (2017), Müller-Langer, F. et al. (2007), INFA (2001), eigene Berechnungen und Darstellung



| Kurzbezeichnung gemäß Abfallkatalog                    | ASN       | Mengen in [1.000 Mg] |        |        |                                    | Summe nach Bereich |
|--------------------------------------------------------|-----------|----------------------|--------|--------|------------------------------------|--------------------|
|                                                        |           | Input                | Output | Import | Aufkommen Deutschland <sup>1</sup> |                    |
| Holz, das gefährliche Stoffe enthält                   | 20 01 37* | 27                   | 1      | 0      | 26                                 |                    |
| Holz mit Ausnahme desjenigen, das unter 20 01 37 fällt | 20 01 38  | 560                  | 63     | 0      | 497                                |                    |
| Siedlungsabfälle gesamt                                |           |                      |        |        |                                    | 523                |
| Holz aus „Sperrmüll“ (Anteil 45%)                      | 20 03 07  | 995                  | 75     | 3      | 917                                | 917                |
| Altholzmengen gesamt                                   |           | 9.857                | 1.011  | 248    | 8.597                              | 8.598              |

\* -gefährliche Abfälle

<sup>1</sup> – berechnet

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b), Wagner, J. et al. (2012), Kreislaufwirtschaft Bau (2017), Müller-Langer, F. et al. (2007), INFA (2001), eigene Berechnungen und Darstellung, FH Münster, IWARU

### 2.3.2.3 Altholzimport und -export

Um ein Gesamtbild über die Altholzimporte und -exporte zu erhalten, wurden sowohl die notifizierungspflichtigen<sup>133</sup> als auch die nicht notifizierungspflichtigen<sup>134</sup> Holzabfälle für das Jahr 2016 anhand der Angaben des statistischen Bundesamts ermittelt (s. Tabelle 6).

**Tabelle 6: Import und Export von Altholz, Deutschland 2016<sup>135</sup>**

| Kurzbezeichnung gemäß Abfallkatalog                                                                                                 | ASN       | Mengen in [1.000 Mg] |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------|--------|
|                                                                                                                                     |           | Import               | Export |
| 1. Holz aus notifizierungspflichtigen Abfällen                                                                                      |           |                      |        |
| Rinden- und Korkabfälle                                                                                                             | 03 01 01  | 0,0                  | 0,0    |
| Sägemehl, Späne, Abschnitte, Holz, Spanplatten und Furniere, die gefährliche Stoffe enthalten                                       | 03 01 04* | 3,8                  | 0,0    |
| Sägemehl, Späne, Abschnitte, Holz, Spanplatten und Furniere mit Ausnahme derjenigen, die unter 03 01 04 fallen                      | 03 01 05  | 33,7                 | 7,3    |
| Abfälle a. n. g.                                                                                                                    | 03 01 99  | 0,0                  | 0,0    |
| Rinden- und Holzabfälle                                                                                                             | 03 03 01  | 0,0                  | 0,0    |
| Verpackungen aus Holz                                                                                                               | 15 01 03  | 5,8                  | 26,7   |
| Holz aus „Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind“ (Anteil 15 %) | 15 01 10* | 1,1                  | 0,7    |

<sup>133</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018c)

<sup>134</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018d)

<sup>135</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018c), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018d), eigene Berechnungen und Darstellung

| Kurzbezeichnung gemäß Abfallkatalog                                                                                                  | ASN       | Mengen in<br>[1.000 Mg] |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------|--------------|
|                                                                                                                                      |           | Import                  | Export       |
| Holz                                                                                                                                 | 17 02 01  | 26,1                    | 12,5         |
| Holz aus "Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind" (Anteil 90 %) | 17 02 04* | 77,7                    | 5,7          |
| Holz aus "anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche Stoffe enthält" (Anteil 75%)                        | 17 06 03* | 15,6                    | 1,2          |
| Holz aus "gemischte Bau- und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 09 01, 17 09 02 und 17 09 03 fallen" (Anteil 20%)  | 17 09 04  | 2,5                     | 2,0          |
| Holz, das gefährliche Stoffe enthält                                                                                                 | 19 12 06* | 205,8                   | 0,0          |
| Holz mit Ausnahme desjenigen, das unter 19 12 06 fällt                                                                               | 19 12 07  | 678,7                   | 350,8        |
| Holz, das gefährliche Stoffe enthält                                                                                                 | 20 01 37* | 0,0                     | 0,0          |
| Holz mit Ausnahme desjenigen, das unter 20 01 37 fällt                                                                               | 20 01 38  | 0,0                     | 0,0          |
| Holz aus „Sperrmüll“ (Anteil 45%)                                                                                                    | 20 03 07  | 3,5                     | 0,0          |
| Altholz gesamt aus notifizierungspflichtigen Abfallim- und -exporten                                                                 |           | 1.054,3                 | 406,9        |
| 2. Nicht notifizierungspflichtige Holzabfälle                                                                                        |           | 2.140,4                 | 1.375,1      |
| <b>Gesamt</b>                                                                                                                        |           | <b>3.194</b>            | <b>1.782</b> |
| <b>Netto-Import</b>                                                                                                                  |           | <b>1.412</b>            |              |

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018c), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018d), eigene Berechnungen und Darstellung, FH Münster, IWARU

Das Aufkommen notifizierungspflichtiger Holzabfälle betrug 2016 ca. 1 Mio. Mg/a, wobei der überwiegende Anteil dieser Mengen aus dem Bereich der mechanischen Behandlung von Abfällen (ASN 19 12 06\*: 0,2 Mio. Mg und ASN 19 12 07: ca. 0,7 Mio. Mg) stammte.

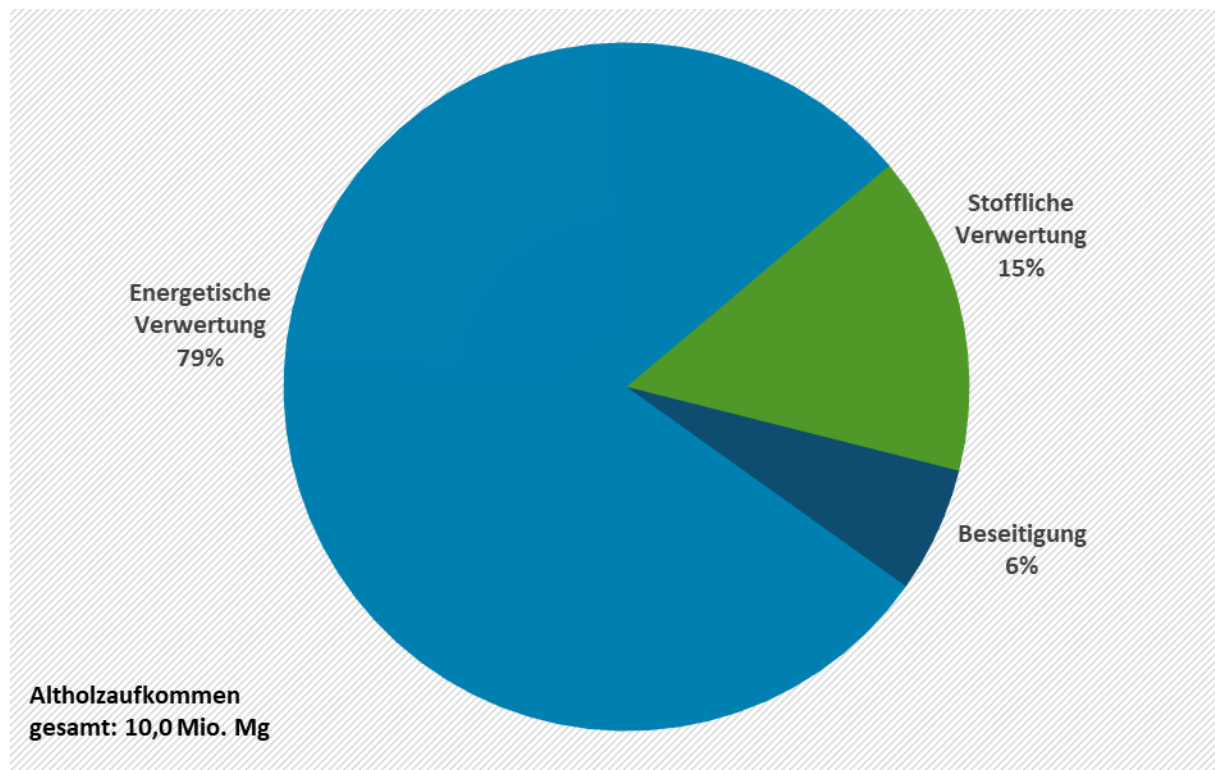
Die nicht notifizierungspflichtigen Holzabfälle (ca. 2,1 Mio. Mg/a) wurden über Mengenangaben zu verschiedenen Zolltarifnummern abgeschätzt. Diese umfassen u. a. Holzpellets, Sägespäne, Holzabfälle oder auch Holzausschuss, etc.

Aus den hier dargestellten Gesamtmengen importierter und exportierter Holzabfälle (grün umrandet) ergibt sich ein Netto-Import von Altholz von ca. 1,4 Mio. Mg/a. Wird dieser in das Stoffstrommodell übernommen, so beträgt das Gesamtaufkommen an Altholz ca. 10 Mio. Mg/a (vgl. auch Kapitel 2.4).

#### 2.3.2.4 Daten zur energetischen und stofflichen Verwertung von Altholz

Für die Abschätzung der energetisch verwerteten Altholzmengen wurden ebenfalls die statistischen Daten aus der Fachserie 19 Reihe 1<sup>136</sup> genutzt. Da diese keine ausreichenden Informationen zur stofflichen Verwertung enthalten, wurden diese über weitere öffentlich verfügbare Literaturquellen (Döring et al.<sup>137 138</sup>, Schüler<sup>139</sup>) abgeleitet.

**Abbildung 9: Altholzmengen nach Entsorgungswegen in Deutschland 2016<sup>140</sup>**



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b), Schüler, K. (2018), Döring, P. et al. (2018a), eigene Berechnungen und eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

Auf dieser Basis ergibt sich für die in Deutschland entsorgte Altholzmenge von ca. 10,0 Mio. Mg (2016) ein energetisch verwerteter Anteil von ca. 79 %. 15 % des Altholzaufkommens wurden stofflich verwertet und ca. 6 % beseitigt (vgl. Abbildung 9).

#### 2.3.3 Holzfremde Inhaltsstoffe aufgrund von Holzbehandlung

In Abhängigkeit der Verwendung der Holzprodukte können Althölzer durch eine Holzbehandlung verschiedene holzfremde Inhaltsstoffe aufweisen,<sup>141</sup> die sich auf die Altholzqualität und die Art der Verwertung auswirken können. Relevante Inhaltsstoffe sind im Einzelnen:

<sup>136</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b)

<sup>137</sup> Döring, P. et al. (2018a)

<sup>138</sup> Döring, P.; Mantau, U. (2018)

<sup>139</sup> Schüler, K. (2018)

<sup>140</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b), Schüler, K. (2018), Döring, P. et al. (2018a), eigene Berechnungen und eigene Darstellung

<sup>141</sup> Nach VDI (2016), Schrägle, R. (2015), IPA (2019), Behörde für Umwelt und Gesundheit (2002), Hettler, W. (2019), Baubiologie Bäumler (2019)

- ▶ Holzschutzmittel
  - Feuer- oder Flammenschutzmittel (z. B. PCB)
  - Wasserlösliche Holzschutzmittel
  - Lösemittelhaltige Holzschutzmittel (z. B. PCP)
  - Teerölpräparate
- ▶ Lacke und Farben
- ▶ Beschichtungen

Vor allem bei den Holzschutzmitteln ist zu berücksichtigen, dass für die modernen Formulierungen erst nach einigen Jahren mit einem relevanten Rücklauf im Entsorgungsmarkt zu rechnen ist. Eine tabellarische Übersicht über die verschiedenen Inhaltsstoffe ist in Anhang B zu finden.

## 2.4 Stoffstrommodell

Das Stoffstrommodell wurde unter den in Kapitel 2.3.1 dargestellten Rahmenbedingungen erstellt (vgl. Abbildung 10). Relevante Altholzmengen fielen demnach insbesondere im Bau- und Abbruchbereich (ca. 4 Mio. Mg/a) sowie aus der Holzbe- und -verarbeitenden Industrie (ca. 2,6 Mio. Mg/a) an. Holz aus Siedlungsabfällen betrug 2016 ca. 0,5 Mio. Mg/a. Hierunter fällt v. a. getrennt erfasstes Holz auf Recyclinghöfen bzw. aus dem Sperrmüll. Der Holzanteil aus Sperrmüll ohne separate Holzerfassung wurde darüber hinaus auf ca. 0,9 Mio. Mg abgeschätzt. Der Anteil des Holzaufkommens aus Verpackungsabfällen betrug ca. 0,6 Mio. Mg/a. Schüler<sup>142</sup> geht für das Jahr 2016 dagegen von 3,16 Mio. Mg Altholz aus Verpackungen aus, von denen ca. 2,0 Mio. Mg zur Verwertung erfasst wurden. Die Differenz zu den über Destatis ermittelten Daten ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass Holzverpackungen eher selten unter der ASN 03 01 05 (Verpackungen aus Holz) entsorgt werden, sondern unter anderen Abfallschlüsseln wie z. B. der ASN 17 02 01- Holz aus Bau- und Abbruchabfällen (z. B. die Paletten und Transportverpackungen, die für den Transport von Baustoffen genutzt werden).

Das mit ca. 10 Mio. Mg für das Jahr 2016 ermittelte Altholzaufkommen ist vergleichbar mit Angaben in anderen veröffentlichten Studien.<sup>143</sup>

Von diesem Gesamtaufkommen wurden ca. 2,3 Mio. Mg direkt der energetischen Verwertung und ca. 0,4 Mio. Mg direkt der Beseitigung zugeführt. Mit 7,3 Mio. Mg wurde der überwiegende Anteil des Altholzes zunächst in entsprechenden Altholzaufbereitungsanlagen behandelt. Dieser Anteil liegt in einer vergleichbaren Größenordnung mit dem Altholz-Handelsvolumen, welches Döring et al. (2018a) für das Jahr 2016 mit 7,7 Mio. Mg/a angeben. Nach der mechanischen Aufbereitung wurden weitere 5,4 Mio. Mg energetisch verwertet, 0,14 Mio. Mg wurden der Beseitigung zugeführt (6 % an der Altholzentorgung im Jahr 2016).

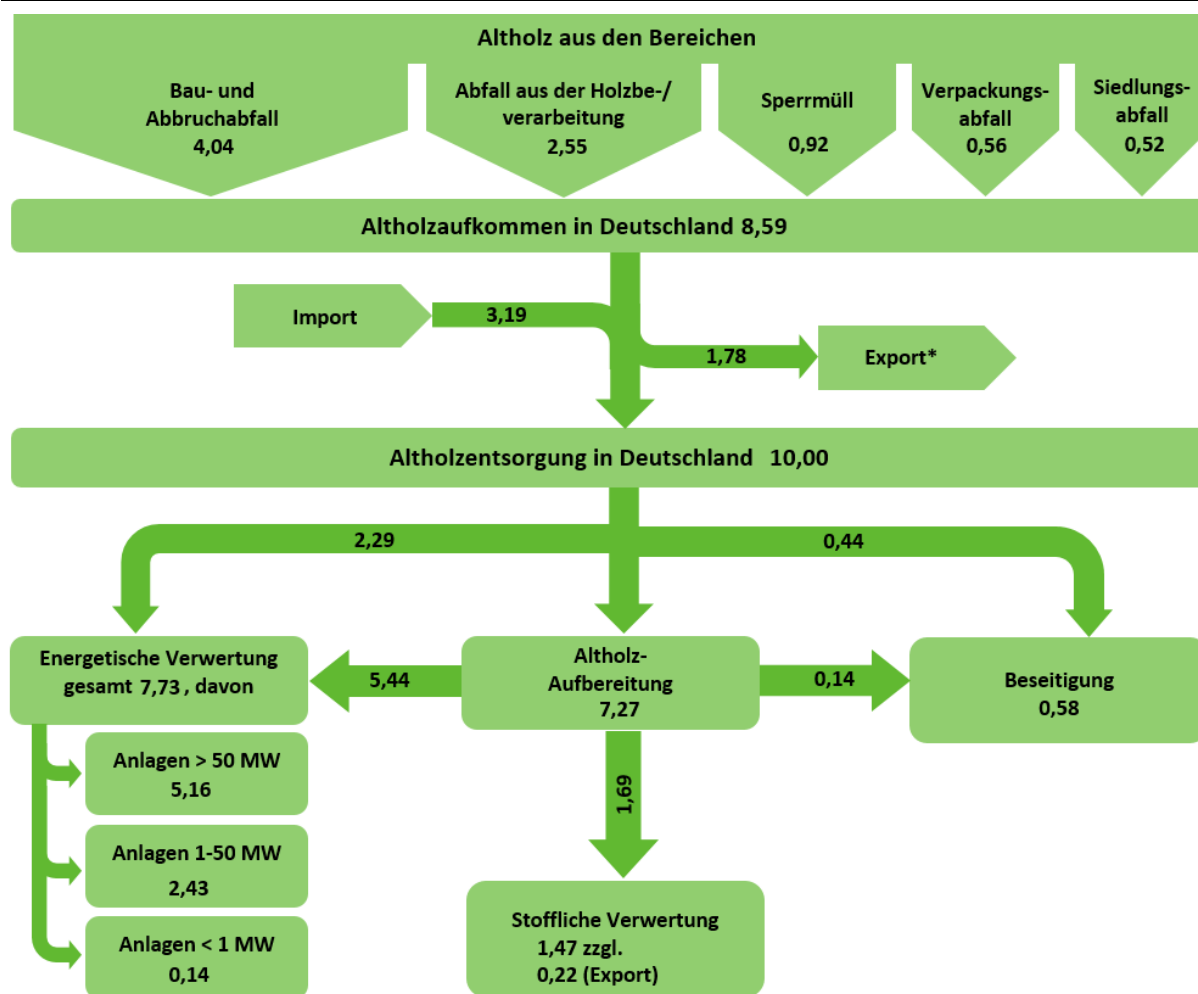
Die energetische Verwertung findet überwiegend in großen (ab 50 MW FWL, 5,2 Mio. Mg/a) und mittleren Feuerungsanlagen (1-50 MW FWL, ca. 2,4 Mio. Mg/a) statt. Lediglich ca. 0,14 Mio. Mg/a an Industrie- und Gebrauchtholz wurden in 2016 in kleinen Feuerungsanlagen (< 1 MW) eingesetzt.<sup>144</sup>

<sup>142</sup> Schüler, K. (2018)

<sup>143</sup> Schüler, K. (2018), Steger, S. et al. (2019), trend:research (2017)

<sup>144</sup> Döring, P. et al. (2018b, 2018c)

**Abbildung 10: Aufkommen und Entsorgung von Altholz in Deutschland für das Jahr 2016<sup>145</sup>**



\* - inkl. 0,22 aus der Altholzaufbereitung zur stofflichen Verwertung

Angaben in Mio. Mg

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018c), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018d), Schüler, K. (2018), Döring, P. et al. (2018a), Steger, S. et al. (2019), eigene Berechnungen und eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

In der Holzwerkstoffindustrie wurden 2016 ca. 1,5 Mio. Mg/a bzw. 15 % des Altholzaufkommens bei der Spanplattenherstellung stofflich verwertet.<sup>146</sup>

Um zusätzlich zu den Altholzmassenströmen auch Aussagen zu den Altholzkategorien zu ermöglichen, wurden diese für die einzelnen Herkunftsbereiche anhand der Zusammensetzungen der jeweiligen Altholzmengen abgeschätzt und den Altholzkategorien A I bis A IV zugeordnet. (vgl. Abbildung 11). Hierzu wurden für die nach ASN erfassten Abfälle Annahmen auf der Grundlage von Studien bzw. eigenen Untersuchungen<sup>147</sup> für die Anteile der einzelnen Altholzkategorien getroffen und daraus die Zusammensetzung der herkunftsbezogenen Altholzmengen abgeschätzt. Als Grundlage wurden die Mengenangaben aus dem Stoffstrommodell in Abbildung 10 verwendet.

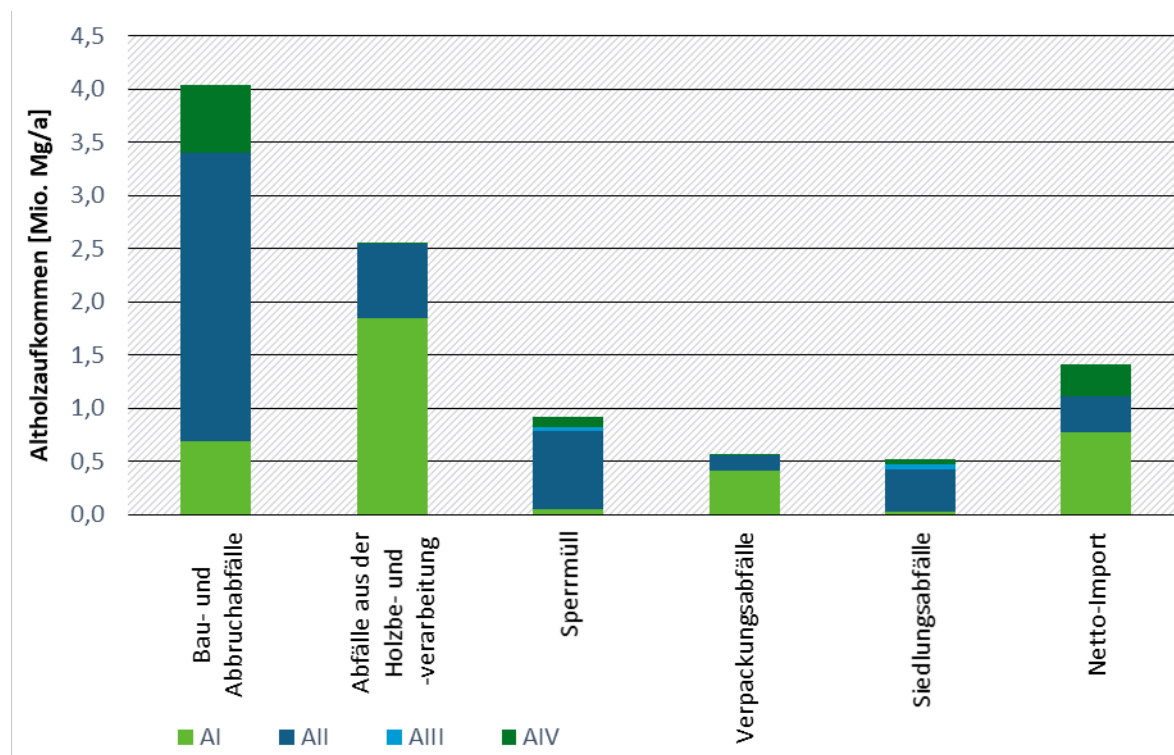
<sup>145</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018c), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018d), Schüler, K. (2018), Döring, P. et al. (2018a), Steger, S. et al. (2019), eigene Berechnungen und eigene Darstellung

<sup>146</sup> Döring, P.; Mantau, U. (2018)

<sup>147</sup> INFA (2001), Müller-Langer, F. et al. (2007)



**Abbildung 11: Altholzaufkommen in Deutschland nach Herkunftsbereich und Altholzkategorie für das Jahr 2016<sup>148</sup>**



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018c), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018d), Schüler, K. (2018), Döring, P. et al. (2018a), Steger, S. et al. (2019), eigene Berechnungen und eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

Die Definitionen der einzelnen Altholzkategorien sind Tabelle 7 (vgl. Kapitel 3.1.2) zu entnehmen.

Es wird deutlich, dass Holz aus Bau- und Abbruchabfall, das den überwiegenden Teil des anfallenden Altholzes ausmacht, vor allem aus Altholz der Kategorie A II (67 %) besteht. Althölzer der Kategorie A I haben hier einen Anteil von 17 %, die der Kategorie A IV von ca. 16 %.

Holz aus Sperrmüll und Holz aus Siedlungsabfall besteht ebenfalls überwiegend aus Altholz der Kategorie A II (80 % bzw. 81 %). Der Anteil an A III-Altholz beträgt hier 9 % (Holz aus Siedlungsabfall) bzw. 5 % (Holz aus dem Sperrmüll). Bei allen anderen Herkunftsbereichen spielt Altholz der Kategorie A III keine bzw. eine untergeordnete Rolle.

Bei der holzbe- und -verarbeitenden Industrie bestehen die Abfälle zu 72 % aus A I-Altholz und zu 28 % aus Altholz der Kategorie A II. Gleiches gilt für das Holz aus Verpackungen, welches zusätzlich zu den Kategorien A I (74 %) und A II (25 %) noch geringe Anteile A IV-Althölzer enthält.

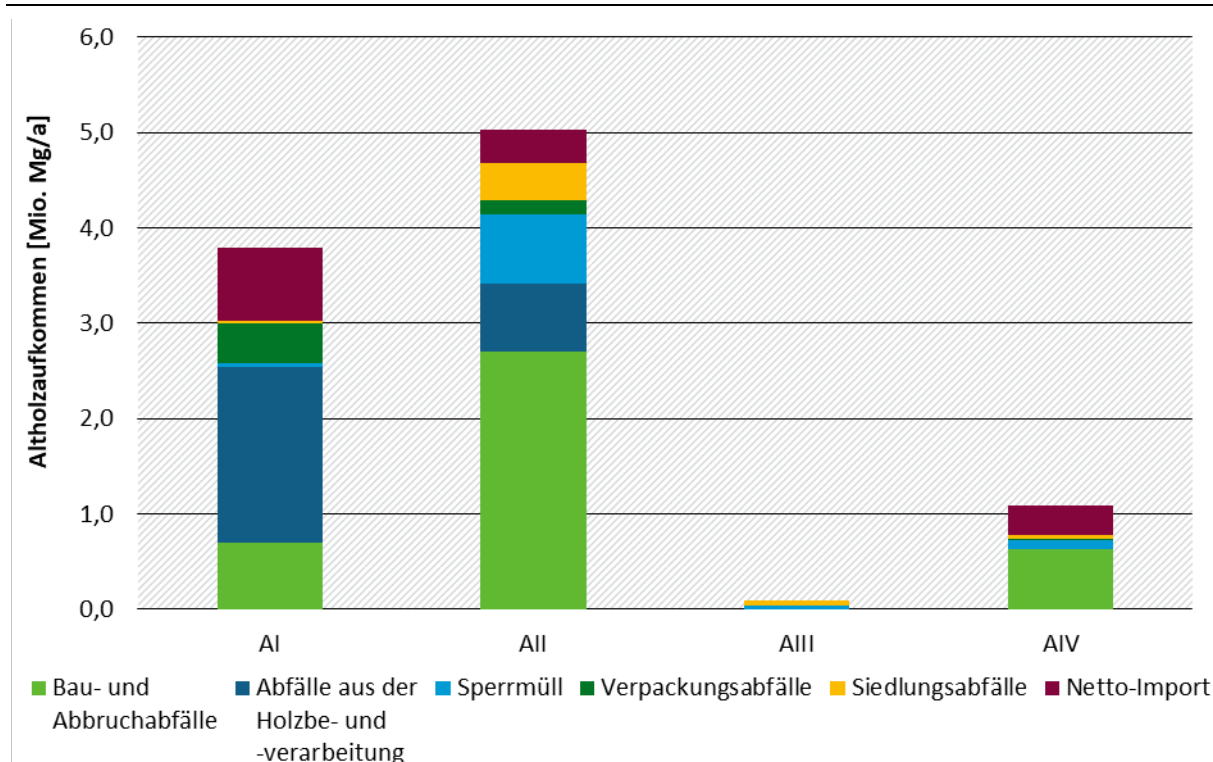
Die Hölzer aus dem Netto-Import wiesen einen Anteil von ca. 55 % an A I-Althölzern auf. Der Anteil der Althölzer der Kategorie A II betrug 24 %, derjenige der Kategorie A IV ca. 21 %. A III-Althölzer spielten im Jahr 2016 keine Rolle.

<sup>148</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018c), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018d), Schüler, K. (2018), Döring, P. et al. (2018a), Steger, S. et al. (2019), eigene Berechnungen und eigene Darstellung



Wird aus den o. g. Daten das Aufkommen und die Zusammensetzung der Althölzer nach den Altholzkategorien A I bis A IV in Deutschland 2016 abgeleitet, so ist zu erkennen, dass die Altholzkategorie A II mit 5,0 Mio. Mg/a den überwiegenden Anteil am Altholzaufkommen darstellte (vgl. Abbildung 12). Diese Hölzer fielen überwiegend im Bau- und Abbruchbereich (54 %) an. Weitere Herkunftsbereiche waren der Sperrmüll (15 %) und die Holzbe- und -verarbeitung (14 %). Geringe Mengen an A II-Altholz fielen auch beim Holz aus Siedlungsabfällen (8 %), beim Netto-Import (7 %) sowie aus Verpackungen an.

**Abbildung 12: Aufkommen und Zusammensetzung der Altholzkategorien in Deutschland für das Jahr 2016<sup>149</sup>**



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018c), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018d), Schüler, K. (2018), Döring, P. et al. (2018a), Steger, S. et al. (2019), eigene Berechnungen und eigene Darstellung

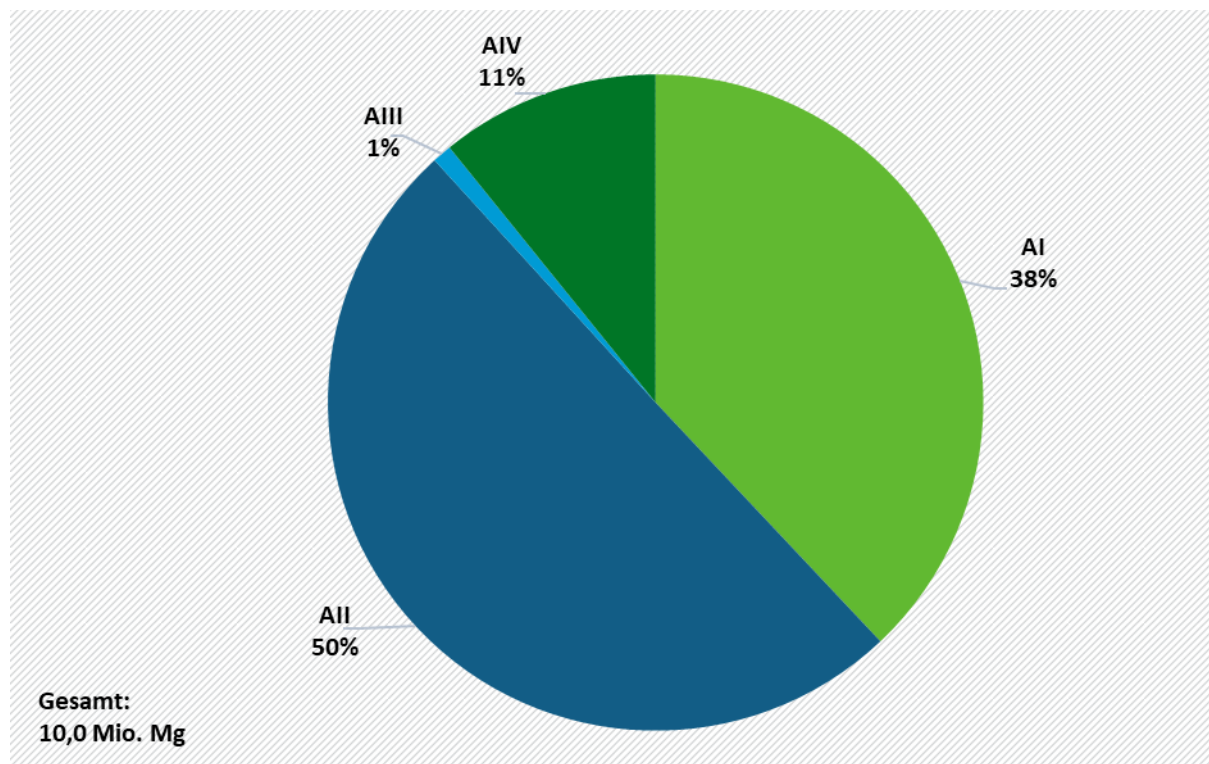
A I-Althölzer hatten 2016 ein Aufkommen von 3,8 Mio. Mg/a. Sie stammten überwiegend aus der Holzbe- und -verarbeitung (49 %), aus dem Netto-Import (20 %) und den Bau- und Abbruchtätigkeiten (18 %). Hölzer aus Verpackungen hatten einen Anteil von 11 % an den A I-Hölzern.

Die Kategorien A III und A IV hatten nur einen geringen Anteil am Altholzaufkommen. Althölzer der Kategorie A IV stammten v. a. aus dem Bau-und Abbruchbereich (59 %) und dem Netto-Import (27 %). Bei dem hier dargestellten Aufkommen an A III-Altholz ist zu berücksichtigen, dass das Holz aus Sperrmüll nicht wie nach der Regelvermutung der AltholzV vollständig dieser Kategorie zugeordnet wurde, sondern nur der tatsächliche A III-Holzanteil im Sperrmüll. Würde nach der Regelvermutung verfahren, so ergäbe sich ein Aufkommen der Altholzkategorie A III in Höhe von 1,0 Mio. Mg/a, wohingegen das A II-Altholzaufkommen um ca. 0,7 Mio. Mg geringer wäre (ca. 4,3 Mio. Mg) (vgl. Anhang D).

<sup>149</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018c), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018d), Schüler, K. (2018), Döring, P. et al. (2018a), Steger, S. et al. (2019), eigene Berechnungen und eigene Darstellung

Betrachtet man die Anteile der Altholzkategorien A I bis A IV gesamt (vgl. Abbildung 13), so waren 2016 38 % der Kategorie A I und weitere 50 % der Kategorie A II zuzuordnen. Die Altholzkategorien A III (1 %) und A IV (11 %) hatten jeweils nur einen geringen Anteil am Gesamtaufkommen.

**Abbildung 13: Zusammensetzung des Altholzes in Deutschland im Jahr 2016<sup>150</sup>**



Quelle: Döring, P. et al. (2018a), Schüler, K. (2018), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018c), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018d), Steger, S. et al. (2019), Müller-Langer, F. et al. (2007), Fehrenbach, H. et al. (2017), eigene Berechnungen und eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

Die in Abbildung 13 dargestellten Anteile stellen das Potenzial der einzelnen Altholzkategorien nach der Definition der Altholzverordnung dar. Altholzgemische (wie z. B. Sperrmüll) wurden dabei den einzelnen Kategorien zugeordnet. Hierbei ist zu beachten, dass diese in der Praxis in Abhängigkeit der Gegebenheit vor Ort (z. B. Platzangebot bei Baustellen), der Anforderungen des jeweiligen Altholzaufbereiters und der nachgelagerten Verwertungsanlage auch gemischt erfasst und der dann jeweils höchsten Altholzkategorie zugeordnet werden.

## 2.5 Preisentwicklungen von Altholzsortimenten

Um Kosten und Erlöse für die Abgabe von aufbereitetem Altholz zur Verwertung bzw. Beseitigung abschätzen zu können, wurden Daten aus den Veröffentlichungen des Europäischen Wirtschaftsdienstes (EUWID)<sup>151</sup> ausgewertet (vgl. Abbildung 14). Hierbei entspricht das unbehandelte Holz im Wesentlichen der Altholzkategorie A I, behandeltes Altholz den Kategorien A II und A III und das kontaminierte Altholz der Kategorie A IV.

<sup>150</sup> Döring, P. et al. (2018a), Schüler, K. (2018), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018c), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018d), Steger, S. et al. (2019), Müller-Langer, F. et al. (2007), Fehrenbach, H. et al. (2017), eigene Berechnungen und eigene Darstellung

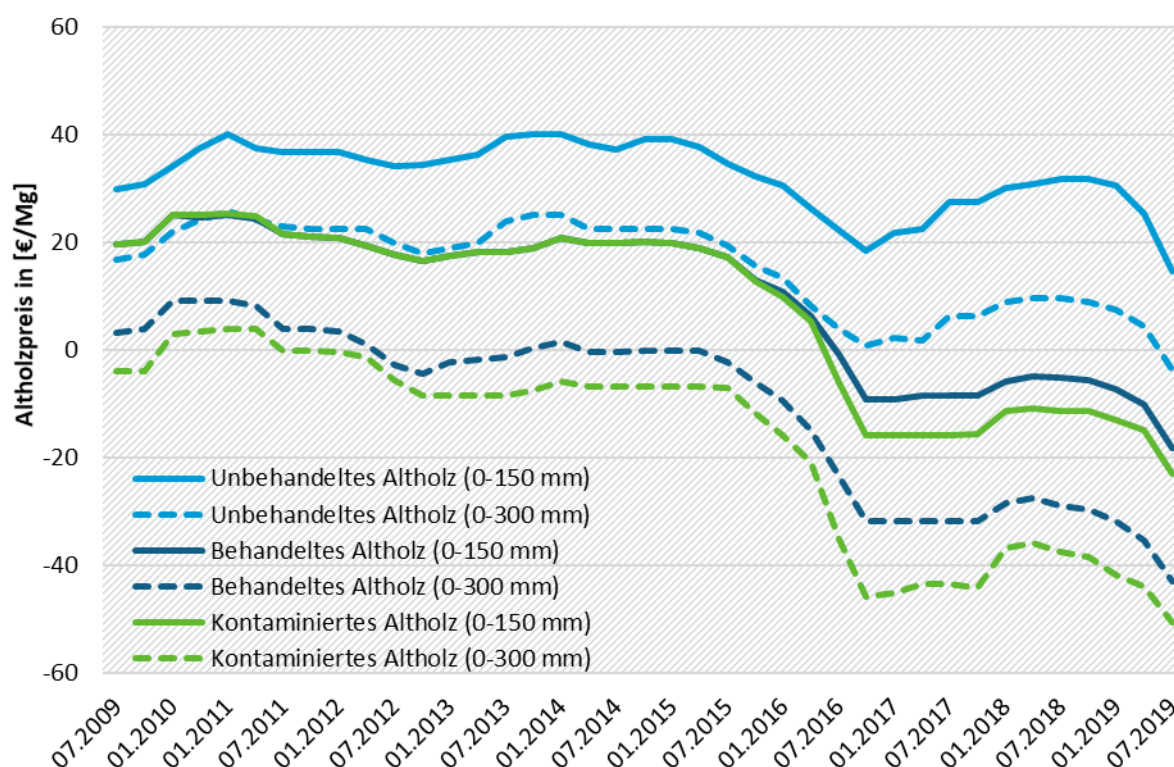
<sup>151</sup> EUWID (2019d)



Es wird deutlich, dass zwischen 2010 und 2015 die Preise für Altholz nur geringen Schwankungen unterworfen waren. Danach wurde ein deutlicher Einbruch der Altholzpreise verzeichnet. Seit Anfang 2017 fand eine Stabilisierung, allerdings auf vergleichsweise niedrigem Niveau, statt.

Für unbehandeltes Altholz konnten bis 2015 Erlöse erzielt werden, die je nach Qualität zwischen 35 – 40 €/Mg (0 -150 mm) und 20 – 25 €/Mg (0-300 mm) lagen. Behandeltes und kontaminiertes Altholz wurde für ca. 20 €/Mg (0 -150 mm) gehandelt, wobei für die geringer aufbereiteten Fraktionen (0 – 300 mm) keine Erlöse erzielt werden konnten (behandeltes Holz) bzw. Zuzahlungen von 5 – 10 €/Mg zu entrichten waren (kontaminiertes Altholz).

**Abbildung 14: Preisentwicklung der Altholzsortimente in Deutschland seit 2009<sup>152</sup>**



Quelle: euwid (2019a), eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

Seit Juli 2015 sind für behandelte und kontaminierte Althölzer dagegen Zuzahlungen zu leisten, wobei die geringer aufbereiteten Fraktionen 2019 mit Zuzahlungen von 40 – 50 €/Mg vermarktet werden. Die Materialien 0 – 150 mm sind mit Zuzahlungen zwischen 15 und 25 €/Mg belegt.

Bei den unbelasteten Hölzern werden 2019 noch Erlöse von 15 €/Mg (0 – 150 mm) erzielt, während für das geringer aufbereitete Material Zuzahlungen von 5 €/Mg (0 – 300 mm) zu leisten sind.

Die Preisentwicklungen von Ende 2017 bis Anfang 2019 sind u. a. durch unterschiedlich gefüllte Winterlager und klimatische Ereignisse zu erklären. So wurden die Holzlagerbestände im Winter 2017/2018 durch eine lange Heizperiode abgebaut, was zu einem reduzierten Aufkommen und damit zu steigenden Erlösen führte.<sup>153</sup> Im Winter 2018/2019 war dieses aufgrund der milden Witterung nicht der Fall. Aktuell (September 2019) ist der Altholzmarkt von einem relativ hohen Aufkommen geprägt, so dass die Winterlager oftmals noch nicht abgebaut sind. Neben

<sup>152</sup> EUWID (2019a)

<sup>153</sup> EUWID (2018a)

den hohen Altholzmengen aus dem Baubereich und dem Sperrmüll fallen unvermindert große Mengen an Schadholz aus Sturmereignissen und Käferbefall an. Auf der anderen Seite führen Anlagenrevisionen und ungeplante Stillstände zu einem erhöhten Aufkommen und somit zu sinkenden Erlösen.<sup>154 155, 156</sup>

---

<sup>154</sup> EUWID (2019b)

<sup>155</sup> EUWID (2019c)

<sup>156</sup> EUWID (2019d)

### 3 Evaluation der Regelungen der Altholzverordnung

Die Altholzverordnung regelt die Anforderungen an eine schadlose und möglichst hochwertige Verwertung von Altholz. Seit Inkrafttreten im Jahr 2002 haben sich auf verschiedenen Gebieten (z. B. Sortimente, Sortiertechnik, Probenahme und Analytik) Veränderungen gegenüber dem damaligen Stand der Technik ergeben. Darüber hinaus haben sich die gesetzlichen Grundlagen dieses untergesetzlichen Regelwerks in den letzten Jahren verändert. So ist z. B. mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz eine fünfstufige Abfallhierarchie eingeführt worden (§ 6 ff KrWG).

Vor diesem Hintergrund sollte der Novellierungsbedarf der Altholzverordnung aufgrund geeigneter Informationsquellen (z. B. Literatur, Befragung von Expertinnen und Experten) bewertet werden. Dazu wurden Defizite der Altholzverordnung identifiziert und beschrieben, bislang ungenutzte Potenziale benannt und Lösungsmöglichkeiten für eine verbesserte Verwertung von Althölzern aufgezeigt. Regelungen der Altholzverordnung, die sich in der Praxis bewährt haben, sollten beibehalten werden.

An dieser Stelle kann bereits festgehalten werden, dass die Struktur und die Ziele der separaten Erfassung, Aufbereitung und anschließenden Verwertung der Altholzverordnung sich in der Praxis bewährt haben und somit beibehalten und an den aktuellen technischen Fortschritt und die neuen Anforderungen angepasst werden sollten.

Für die Evaluierung der Altholzverordnung wurden die relevanten fachlich-technischen Grundlagen zur Überarbeitung der Altholzverordnung gemäß der Ausschreibung in vier verschiedenen Schwerpunktbereichen erarbeitet, dargestellt und mit dem Begleitkreis in themenspezifischen Workshops diskutiert. Diese waren:

- Erfassung und Lenkung von Altholzströmen,
- neue Aspekte und Anforderungen bei der Altholzverwertung,
- Altholzaufbereitung – Stand der Technik und Möglichkeiten der Schadstoffentfrachtung,
- Qualitätssicherung bei der Altholzaufbereitung und –verwertung.

Nachfolgende Unterkapitel stellen zunächst die Ergebnisse dieser Arbeiten zum Novellierungsbedarf der AltholzV für die einzelnen Schwerpunktthemen dar. Am Ende jedes Unterkapitels werden der jeweilige Novellierungsbedarf und die abgeleiteten Lösungsvorschläge tabellarisch zusammengefasst. In Kapitel 4 werden die Änderungsvorschläge nach der Reihenfolge der einzelnen Paragraphen der Altholzverordnung tabellarisch zusammengefasst, kommentiert und bewertet. Dort wurden nur die Einzelaspekte aufgenommen, die bei einer Novellierung der AltholzV einer Anpassung bzw. Änderung bedürfen. Diese Lösungsvorschläge werden im vorliegenden Kapitel zur Erleichterung der Wiederfindung mit Zahlen in Klammern (1) bis (28) nummeriert. Bewährte Regelungen der aktuellen Altholzverordnung, die beibehalten werden sollten, sind beim Lösungsvorschlag mit dem Hinweis „-“ gekennzeichnet und werden in Kapitel 4 nicht erneut aufgegriffen.

#### 3.1 Erfassung und Lenkung von Altholzströmen (Workshop 1)

Neben den Begriffsbestimmungen der Altholzverordnung werden in diesem Kapitel die Altholzkategorien, die Zuordnung zu den Altholzkategorien, die Getrennthaltung und Lenkung von Altholzströmen überprüft.

##### 3.1.1 Begriffsbestimmungen in der Altholzverordnung

Im Rahmen der Evaluierung der Altholzverordnung hat sich gezeigt, dass einige Begriffsbestimmungen der Altholzverordnung einer Anpassung bzw. Konkretisierung bedürfen.

So waren die Altholzkategorien gemäß § 2 Nr. 4 AltholzV (vgl. Kapitel 3.1.2), die Verfahren zur stofflichen Verwertung von Altholz nach § 2 Nr. 7 AltholzV (vgl. Kapitel 3.2.2) und die Definitionen von Altholz (§ 2 Nr. 1 – 3 AltholzV) aufgrund neuer Produkte mit Holzanteil (vgl. Kapitel 3.2.3) zu überprüfen. Da Altholz, welches gemischt mit nicht trennbaren Holz-Kunststoff-Verbunden (z. B. WPC<sup>157</sup>) erfasst wurde, für einen Einsatz in der Holzwerkstoffindustrie nicht geeignet ist (vgl. Kapitel 3.2.3), sollten diese Produkte durch eine Konkretisierung in § 2 Nr. 1 – 3 ausgeschlossen werden.

Darüber hinaus war der Begriff der Altholzbehandlungsanlage **gemäß § 2 Nr. 9** kritisch zu überprüfen. Nach aktueller Definition fallen hierunter Anlagen zur „stofflichen oder energetischen Verwertung von Altholz sowie Anlagen zur Sortierung oder sonstigen Behandlung von Altholz einschließlich der jeweils zugehörigen Lagerung.“ Als Konsequenz dieser Definition würden alle o. g. Anlagenarten dem § 6 der Altholzverordnung gleichermaßen unterfallen, was eine entsprechende Kontrolle von Altholz bei jeder Anlagenart und damit ggf. mehrfach zur Folge hätte.

Da auch Anlagen der Holzwerkstoffindustrie und Anlagen zur energetischen Verwertung unter die Begriffsdefinition des § 2 Nr. 9 der Altholzverordnung fallen, unterliegen diese beim Einsatz von Altholzhackschnitzeln oder –spänen nach aktueller Definition ebenfalls einer Pflicht zur Analyse der Holzhackschnitzel bzw. –späne. Darüber hinaus wird in den BVT für die Holzwerkstoffindustrie<sup>158</sup> die Anwendung eines Qualitätskontrollprogramms für Altholz vorgegeben, welches als Rohstoff und/oder Brennstoff verwendet wird. Hiernach sind u. a. Schadstoffe wie As, Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, Zn, Chlor, Fluor und PAK zu überwachen. Grenzwerte für die Parameter sowie das Vorgehen für die Qualitätskontrolle werden nicht definiert. Aus unserer Sicht kann dazu auf die Analysen nach Altholzverordnung zurückgegriffen werden, um Doppelanalysen desselben Materials beim Altholzaufbereiter und –verwerter zu vermeiden.

Altholz zur energetischen Verwertung ist regelmäßig einer Sortieranalyse auf nicht zugelassene (höhere) Altholzkategorien zu unterziehen (§ 7 Abs. 1 und 2, Anhang V). Nach aktueller Definition der Altholzbehandlungsanlage könnte es auch hier zu Doppelanalysen desselben Materials kommen.

Um auch zukünftig alle Anlagentypen, in denen Altholz behandelt wird, zu erfassen, kann und sollte die aktuelle Definition in § 2 Nr. 9 bestehen bleiben. Um die o. g. Doppelanalysen zu vermeiden, sollte dagegen eine Konkretisierung in §§ 6 und 7 erfolgen, dass die Kontrollen vornehmlich in der Aufbereitungsanlage an den „Produkten“ zur stofflichen bzw. energetischen Verwertung stattfinden sollen. In der gesamten Wertschöpfungskette ist dieses auch der Ort, an dem eine möglichst repräsentative Probenahme am besten möglich ist. Bei vorliegender Analytik wären dann keine weiteren Analysen durch den abnehmenden Verwerter erforderlich.

#### Zusammenfassende Hinweise zu Begriffsbestimmungen in der Altholzverordnung

| Handlungsbedarf                                                                                                                                                 | Lösungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Überprüfung und ggf. Anpassung der Begriffsbestimmungen nach § 2 Nr. 1 – 4 (siehe separate Kapitel)<br/>(1)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nr. 1 - 3 Definitionen Altholz, Gebrauchtholz, Industrierestholz – Ausschluss von nicht trennbaren Holz-Kunststoff-Verbundstoffen ergänzen z. B.</li> <li>■ „...ausgeschlossen sind nicht trennbare Holz-Kunststoff-Verbundstoffe wie z. B. WPC“ (in § 2 Nr. 1)</li> <li>■ Nr. 4 b) und c) - Ausschluss von nicht trennbaren Holz-Kunststoff-Verbundstoffen ergänzen (→ siehe Kap. 3.2.3)</li> </ul> |

<sup>157</sup> Wood-Plastics-Compounds

<sup>158</sup> Europäische Kommission (2015)



### Zusammenfassende Hinweise zu Begriffsbestimmungen in der Altholzverordnung

- Überprüfung und ggf. Konkretisierung der Begriffsbestimmungen § 2 Nr. 9 „Altholzbehandlungsanlage“ bzw. Klarstellung in § 6 Kontrolle von Altholz zur Holzwerkstoffherstellung (2)
- Überprüfung des § 7 Kontrolle von Altholz zur energetischen Verwertung (3)
- Nr. 9 - Konkretisierung der Definition „Altholzbehandlungsanlage“ nicht erforderlich.
- Zusatz in § 6 Kontrolle von Altholz zur Holzwerkstoffherstellung, dass die Qualität des Altholzes vor der Übergabe an den stofflichen Verwerter in der Aufbereitungsanlage zu analysieren ist.
- Zusatz in § 7 Kontrolle von Altholz zur energetischen Verwertung, dass die Qualität des Altholzes vor der Übergabe an den energetischen Verwerter in der Aufbereitungsanlage zu kontrollieren ist.
- **Betrifft AltholzV § 2 Begriffsbestimmungen , § 6 Kontrolle von Altholz zur Holzwerkstoffherstellung und § 7 Kontrolle von Altholz zur energetischen Verwertung**

### 3.1.2 Altholzkategorien

Anfallendes Altholz wird nach Altholzverordnung in vier Kategorien unterteilt (§ 2 Nr. 4 AltholzV; vgl. Tabelle 7), die sich in der Praxis grundsätzlich bewährt haben.

**Tabelle 7: Definition der Altholzkategorien nach Altholzverordnung<sup>159</sup>**

| Altholzkategorie | Beschreibung des Altholzes                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A I              | Naturlasches oder lediglich mechanisch bearbeitetes Altholz, das bei seiner Verwendung nicht mehr als unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt wurde                                                                                                             |
| A II             | Verleimtes, gestrichenes, beschichtetes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung und ohne Holzschutzmittel                                                                                               |
| A III            | Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung ohne Holzschutzmittel                                                                                                                                                                                    |
| A IV             | Mit Holzschutzmitteln behandeltes Altholz, wie Bahnschwellen, Leitungsmasten, Hopfenstangen, Rebpfähle sowie sonstiges Altholz, das aufgrund seiner Schadstoffbelastung nicht den Altholzkategorien A I, A II oder A III zugeordnet werden kann, ausgenommen PCB-Altholz |
| PCB-Altholz      | Altholz, das PCB im Sinne der PCB/PCT-Abfallverordnung ist und nach deren Vorschriften zu entsorgen ist, insbesondere Dämm- und Schallschutzplatten, die mit Mitteln behandelt wurden, die polychlorierte Biphenyle enthalten.                                           |

Quelle: Bundesregierung (2002a)

Die Altholzkategorie A III wird in der Praxis überwiegend für die Zuordnung von Altholzgemischen, wie beispielsweise kommunalen Altholzmengen (z. B. Holz aus Sperrmüll), genutzt, welche nur in geringem Umfang Holz mit halogenorganischen Verbindungen enthalten. Dieses haben auch die Abschätzungen der Stoffstromanalyse ergeben, nach der nur ca. 1 % des Sperrmülls der Kategorie A III zuzuordnen sind. Der überwiegende Anteil dieser kommunalen Mengen entspricht i. W. der Altholzkategorie A II (ca. 80 %, vgl. Abbildung 11). Mit der Formulierung „halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung“ der aktuellen Definition der Altholzkategorien sollte PVC-beschichtetes Altholz adressiert werden, welches nur in sehr geringen Mengen anfällt (ca. 0,1 Mio. Mg/a, vgl. Abbildung 12). Die gewählte Formulierung deckt dagegen ein

<sup>159</sup> Bundesregierung (2002a)

sehr großes Spektrum an Stoffen ab, so dass bei einer Novellierung der AltholzV eine Konkretisierung erforderlich ist. Es wird daher vorgeschlagen, den Begriff „halogenorganische Verbindungen“ durch „PVC als halogenorganische Verbindung“ zu ersetzen.

Die Altholzkategorie A IV ist praxisrelevant und sollte wie in der aktuellen Altholzverordnung erhalten bleiben.

Auch wenn in der Praxis teilweise mehrere Kategorien gemeinsam erfasst werden, wird eine generelle Reduzierung auf zwei Altholzkategorien, z. B. eine Kategorie für die stoffliche Verwertung und eine Kategorie für die energetische Verwertung oder eine Kategorie für ungefährliche und eine Kategorie für gefährliche Abfälle nicht empfohlen. Hierdurch würden der Ansatz der getrennten Erfassung generell in Frage gestellt und derzeitige sowie zukünftige Verwertungsmöglichkeiten unnötig eingeschränkt.

| Zusammenfassende Hinweise zu Altholzkategorien                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Handlungsbedarf                                                                                                                                                                                     | Lösungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Überprüfung der Altholzkategorien → Altholzkategorien A I, II und IV haben sich bewährt. (4)</li> </ul>                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Beibehaltung der Altholzkategorien I, II und IV</li> <li>■ Anpassung der Definition der Altholzkategorie II: Verleimtes, gestrichenes, beschichtetes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz ohne PVC als halogenorganische Verbindung in der Beschichtung und ohne Holzschutzmittel.</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Altholzkategorie A III an die ursprüngliche Intention der Adressierung von PVC anpassen. (5)</li> </ul>                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vorschlag für eine Anpassung der Definition der Altholzkategorie A III: Altholz mit PVC als halogenorganische Verbindung in der Beschichtung, ohne Holzschutzmittel</li> </ul>                                                                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Betrifft AltholzV § 2 Begriffsbestimmungen Nr. 4, § 5 Zuordnung zu Altholzkategorien, Anhang III Zuordnung gängiger Holzsortimente im Regelfall</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### 3.1.3 Zuordnung von Altholz zu den Altholzkategorien

Im Folgenden werden die Anforderungen an die Zuordnung von Altholz zu den Altholzkategorien beleuchtet.

#### ► Anforderungen nach Altholzverordnung

Die Zuordnung des Altholzes zu den o. g. Kategorien erfolgt nach AltholzV durch Sichtkontrolle und Sortierung (§ 5 AltholzV). Dabei ist der Anhang III (zu § 5 Abs. 1 AltholzV) „Zuordnung gängiger Altholzsortimente im Regelfall“ als Regelvermutung (nicht abschließende Positivliste für Altholzsortimente) anzuwenden.

Da sich die Beschaffenheit von Holzsortimenten teilweise geändert hat, sollte der Anhang III bei der Novellierung der Altholzverordnung überarbeitet werden. Beispielhaft seien hier Konstruktionshölzer z. B. für Dachstühle genannt, die nicht mehr grundsätzlich mit Holzschutzmitteln behandelt sind, im Anhang III aber als Regelvermutung der Kategorie A IV zuzuordnen sind. Bereits heute werden diese Hölzer analysiert, sofern sie in größeren Mengen anfallen, um zu prüfen, ob sie die Grenzwerte der Altholzverordnung einhalten und einer niedrigeren Altholzkategorie zugeordnet werden können.

Aus diesem Grunde sollte eine zukünftige Zuordnung zu Altholzkategorien (vgl. § 5 AltholzV) auch die Möglichkeit der Abweichung von der Regelvermutung bei entsprechender Analytik ermöglichen. Das sollte in einem aktualisierten Anhang III ergänzt werden.

Bei Verdacht auf eine Teerölbehandlung ist das Altholz der Kategorie A IV zuzuordnen (§ 5 Abs. 1 Nr. 1 AltholzV). Lässt sich Altholz nicht eindeutig einer Altholzkategorie zuordnen, so ist es in eine höhere Altholzkategorie einzustufen (§ 5 Abs. 1 Nr. 3 AltholzV).

Darüber hinaus sind Störstoffe auszusortieren. Hierzu zählen anorganische und organische holz-fremde Stoffe (§ 2 Nr. 10 AltholzV), insbesondere Bodenmaterial, Steine, Beton, Metallteile, Papier, Pappe, Textilien, Kunststoffe oder Folien, die dem Altholz anhaften, beigemischt oder mit diesem verbunden sind, soweit diese die Verwertung behindern.

Die Kontrolle von Altholz zur energetischen Verwertung findet durch Sortierung nach Anhang V der AltholzV statt, bei der der Altholzanteil nicht zugelassener Kategorien aus einer Probe auszusortieren und zu verwiegen ist. Der Anteil von Altholz höherer Altholzkategorien darf 2 % je entnommener Altholzprobe nicht überschreiten (§ 7 Abs. 2 AltholzV).

Nach derzeitigem Stand ist die optische Einschätzung bei der Einstufung von Altholz in die Kategorien unverzichtbar und wird auch weiterhin eine entscheidende Rolle spielen. Dabei ist eine entsprechende Sachkunde bei dem dort tätigen Personal erforderlich. Die Sachkunde umfasst nach § 5 Nr. 4 der Altholzverordnung eine entsprechende betriebliche Einarbeitung auf der Grundlage eines Einarbeitungsplanes. Diese ist in der Altholzverordnung bislang jedoch nicht definiert und sollte bei der Novellierung konkretisiert werden (vgl. Anhang **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Einweisung sollte durch Personen mit entsprechender Fachkunde erfolgen und z. B. auch die neueren farblosen Holzschutzmittel adressieren, die nur über die Herkunft angesprochen werden können.

Bei der Konkretisierung der Vorgaben für die Sach- und Fachkunde gemäß AltholzV könnten vorhandene Regelwerke wie die Entsorgungsfachbetriebe-Verordnung unterstützen, in denen diese folgendermaßen unterschieden werden: Eine erforderliche Sachkunde ist nach § 10 EfB-Verordnung gegeben, wenn die betroffene Person auf der Grundlage eines schriftlich oder elektronisch erstellten Einarbeitungsplanes betrieblich eingearbeitet worden ist und über den für die jeweilige Tätigkeit aktuellen Wissensstand verfügt. Fachkunde erfordert dagegen einen Fachkundenachweis über berufliche Qualifikation, zweijährige praktische Erfahrung auf dem Gebiet sowie die Teilnahme an einem Lehrgang (§ 9 Abs. 4 EfB-Verordnung).

Vorschläge für die Anforderungen an die Sach- und Fachkunde nach Altholzverordnung sind in Anhang **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt.

### ► Unterstützung der Zuordnung durch Echtzeitanalyseverfahren

Mittlerweile sind Techniken zur schnellen Erkennung verschiedener Metalle und/oder Halogene am Markt verfügbar, die eine Zuordnung des angelieferten Altholzes unterstützen können. Mögliche Echtzeitanalyseverfahren sind z. B. die Röntgenfluoreszenz- (RFA) und die Nahinfrarot-Spektroskopie (NIR), die sowohl für die stationäre als auch als mobile Anwendung erhältlich sind. Mobile RFA-Geräte werden bereits vereinzelt in Altholzaufbereitungsanlagen zur Unterstützung der Kontrolle angelieferter Altholzchargen genutzt. Altholzrelevante Parameter, die mit der RFA grundsätzlich erkannt werden können sind Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Nickel, Zink, Chlor und Fluor. Aufgrund einer sehr geringen Eindringtiefe bei der Messung (< 0,1 mm), den aktuellen Nachweisgrenzen, die über den Grenzwerten der AltholzV für die stoffliche Verwertung liegen und den damit verbundenen geringen Messgenauigkeiten,

sind RFA-Geräte zz. noch nicht für die abschließende Qualitätskontrolle aufbereiteter Altholzfraktionen geeignet. Für eine Erkennung entsprechend belasteter Althölzer bei der Altholzannahme (im Sinne einer Ja-Nein-Entscheidung) ist die RFA dagegen gut einsetzbar.

Bei der Röntgentransmission (XRT) wird die Intensität des durch ein Objekt scheinenden Röntgenlichts gemessen. In Kombination mit einer Vereinzelung und einem Austrag z. B. über Druckluft können beispielsweise Steine entfernt werden,<sup>160</sup> so dass diese Technik v. a. im Bereich der Qualitätsverbesserung durch automatisierte Fremdstoffausschleusung eingesetzt wird. Für die Zuordnung von Altholz zu verschiedenen Altholzkategorien wird diese Technik dagegen nicht verwendet.

Die Nahinfrarot-Spektroskopie (NIR) wird im Bereich der Abfallaufbereitung bislang vor allem zur Abtrennung von Kunststoffen (PE, PP, PVC, PLA) angewandt. Gemessen wird die von einem Material reflektierte Nahinfrarotstrahlung.<sup>161</sup> Vereinzelt wird sie bereits zur Qualitätsüberwachung produzierter Ersatzbrennstoffe oder zur Prozesssteuerung genutzt, wobei v. a. die Parameter Heizwert und Chlor mittels Echtzeitanalyse kontrolliert werden können. Zur Sortierung von Altholz in die verschiedenen Kategorien wird diese Technik bislang nicht eingesetzt. Die NIR-Spektroskopie eignet sich v. a. zur Abtrennung von Hölzern mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung (PVC). Die Erkennung von organischen Holzschutzmitteln oder auch die Unterscheidung von unbehandeltem und behandeltem Holz ist gegenwärtig in der Entwicklung.<sup>162 163</sup>

Zusätzlich zu den hier dargestellten Echtzeitanalyseverfahren sind derzeit auch die Ionenmobilitäts-Spektrometrie (IMS) bzw. die sog. Field Asymmetric Ion Mobility Spectrometry (FAIMS), z. B. für die Eingangskontrolle bei der Altholzannahme oder auch die Qualitätskontrolle in der Entwicklung. Grundsätzlich sollen mit dieser Technologie zukünftig organische Verbindungen, insbesondere „verdampfbare“ Holzschutzmittel wie PCP und / oder PCB bestimmt werden können.<sup>164</sup>

Da die Methoden zur Schnellerkennung bzw. Echtzeitanalyseverfahren auch durch die mittlerweile mögliche schnelle Erfassung und Auswertung großer Datenmengen in den letzten Jahren deutlich weiterentwickelt wurden, sollte eine novellierte Altholzverordnung die Nutzung dieser Techniken für die Einstufung der Altholzkategorien grundsätzlich ermöglichen. Die optische Einschätzung bei der Einstufung von Altholz in die Kategorien ist hierdurch bisher aber nicht zu ersetzen.

#### Zusammenfassende Hinweise zur Einteilung von Altholz

| Handlungsbedarf                                                                                                                              | Lösungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aktualisierung und Überarbeitung des Anhangs III (6)</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vorschlag zur Aktualisierung des Anhangs III → siehe Anhang E</li> <li>■ Zzgl. Hinweis, dass das Altholz durch entsprechende Analytik einer anderen Kategorie zugeordnet werden kann.</li> <li>■ Zzgl. Hinweis auf die Möglichkeit zur Nutzung von Echtzeitanalyseverfahren.</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sachkunde für die Zuordnung von Altholz zu Altholzkategorien ist erforderlich und in der</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ In Anlehnung an § 10 EfB-Verordnung ist die erforderliche Sachkunde gegeben, wenn die betroffene</li> </ul>                                                                                                                                                                             |

<sup>160</sup> VDI (2016)

<sup>161</sup> VDI (2016)

<sup>162</sup> Mauruschat, D. et al. (2014)

<sup>163</sup> Meinschmidt, P. (2015)

<sup>164</sup> Mauruschat, D. (2015)

#### Zusammenfassende Hinweise zur Einteilung von Altholz

AltholzV detaillierter zu definieren.  
(7)

Person auf der Grundlage eines schriftlich oder elektronisch erstellten Einarbeitungsplanes betrieblich eingearbeitet worden ist und über den für die jeweilige Tätigkeit notwendigen aktuellen Wissensstand verfügt. Dieser ist für den Bereich der Altholzentsorgung zu konkretisieren und muss auch neuere, farblose Holzschutzmittel berücksichtigen, die nur über die Herkunft zuzuordnen sind. → siehe Anhang **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

- Echtzeitanalyseverfahren wie z. B. NIR oder RFA können die Zuordnung unterstützen und sollten daher grundsätzlich in die AltholzV aufgenommen werden. (8)

- Echtzeitanalyseverfahren wie z. B. NIR oder RFA mit in § 5 der AltholzV aufnehmen und in Anhang III auf § 5 verweisen.

- Betrifft AltholzV § 5 Zuordnung zu Altholzkategorien, § 7 Kontrolle von Altholz zur energetischen Verwertung und Anhang III Zuordnung gängiger Altholzsortimente im Regelfall

### 3.1.4 Getrenntsammlung von Altholz nach Altholzkategorien

Nach Altholzverordnung sind Erzeuger und Besitzer verpflichtet, anfallendes Altholz möglichst frühzeitig getrennt zu halten. Dabei sind Althölzer ab einem losen Schüttvolumen von  $> 1\text{m}^3/\text{d}$  bzw. einer Menge von  $0,3\text{ Mg/d}$ , sowie mit PCB behandeltes, kyanisiertes oder mit Teeröl behandeltes Altholz nach Herkunft und Sortiment (Anhang III) oder nach Altholzkategorien getrennt zu erfassen, zu sammeln, bereitzustellen, zu überlassen, einzusammeln, zu befördern und zu lagern (§ 10 AltholzV). Bei Altholzgemischen unterschiedlicher Altholzkategorien richten sich die Anforderungen an die Verwertung nach der jeweils höchsten Altholzkategorie (§ 3 Abs. 3 AltholzV).

Der Grundsatz einer frühzeitigen Trennung unterschiedlicher Altholzkategorien ist auch in einer zukünftigen Altholzverordnung entsprechend zu verankern, da hierdurch eine für die Verwertung erforderliche Qualität der Holzhackschnitzel und –späne sicherer zu erreichen ist, als bei einer gemischten Erfassung. Hierfür ist grundsätzlich auch eine entsprechende Sachkunde des Personals erforderlich. In Abhängigkeit der Bedingungen vor Ort können sich Ausnahmetatbestände durch eine fehlende technische Machbarkeit und / oder wirtschaftliche Zumutbarkeit ergeben. Diese sollten in einer novellierten Altholzverordnung berücksichtigt werden, wobei eine Getrennthaltung sich in diesem Fall nach dem angesteuerten Verwertungsweg richten sollte.

#### ► Getrennthaltung an der Anfallstelle

Relevante Anfallstellen für Altholz sind neben den Baustellen vor allem auch kommunale Sammlungen auf Wertstoff-/Recyclinghöfen oder im Rahmen der Sperrmüllabfuhr. Gebietsweise führen öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger auch doppelte Touren bei der Sperrmüllsammlung durch, um hier enthaltenes Altholz getrennt von den weiteren Fraktionen zu erfassen.

Die Ausgestaltung der Getrennthaltung von Althölzern auf Baustellen und Wertstoff-/Recyclinghöfen ist in der Praxis abhängig von den Platzverhältnissen an der Anfallstelle, die sich direkt auf die Stellplatzanzahl für Container und auch auf die Zugänglichkeit zu den Containern auswirken. Gerade Baustellen weisen oftmals ein geringes Containerstellplatzangebot auf. Hier wäre eine Bereitstellung von zwei Containern (z. B. AI/AII und AIV-Altholz) auch oftmals ausreichend, da A III-Altholz in diesem Herkunftsbereich nahezu nicht zu erwarten ist (vgl. Abbildung 11).

#### ► Getrennthaltung in Altholzaufbereitungsanlagen

In Aufbereitungsanlagen sind sowohl für die angelieferten Altholzkategorien als auch für die produzierten Altholzströme zur stofflichen oder energetischen Verwertung entsprechende Lagerflächen oder Container für die Getrennthaltung vorzuhalten.

In der Praxis richtet sich die Getrennthaltung verschiedener Kategorien bei der Altholzannahme und den produzierten Holzhackschnitzeln und –spänen i. W. nach dem nachgelagerten Verwertungsweg<sup>165</sup> und den Vorgaben des jeweiligen Altholzverwerter. Hier spielen die für die jeweilige Verwertungsanlage genehmigten Altholzkategorien ebenso eine Rolle wie weitere Genehmigungsvorgaben und / oder prozesstechnische Anforderungen. In der Praxis werden Althölzer der Kategorie A I beispielsweise oftmals nur getrennt gehalten und behandelt, wenn der nachgelagerte Verwertungsprozess (z. B. Einsatz als Biomassebrennstoff oder als Holzspäne in der Spanplattenindustrie) dieses erfordert. Werden Holzhackschnitzel und Holzspäne für die Spanplattenindustrie hergestellt, werden AI- und AII-Althölzer auch gemeinsam gelagert und behandelt. Dieses findet in der Praxis ebenso mit den entsprechend zugelassenen Kategorien statt, wenn die produzierten Holzhackschnitzel und –späne einer energetischen Verwertung zugeführt werden. Dieses kann auch zukünftig beibehalten werden.

Werden kommunale Altholzmengen (z. B. Holz aus dem Sperrmüll), die nur sehr geringe Anteile an Holz mit halogenorganischen Verbindungen enthalten, als Altholz der Kategorie A III angeliefert, so werden diese vor der Aufbereitung einer intensiven optischen Kontrolle unterzogen, um Holz mit halogenorganischen Verbindungen abzutrennen, welches in der Regel der Kategorie A IV zugeordnet wird. A IV-Altholz wird in der Regel getrennt gelagert. Der überwiegende Anteil dieser Altholzgemische entspricht der Altholzkategorie A II (vgl. Abbildung 11). Die Nachsortierung und angepasste Zuordnung solcher Altholzgemische soll auch zukünftig möglich sein und in der AltholzV berücksichtigt werden, z. B. durch einen Hinweis in Anhang I – Verfahren für die stoffliche Verwertung von Altholz.

Die technischen Anforderungen an die Lagerung für Altholz, Altholzhackschnitzel, -späne und -stäube sind über das BImSchG und das zugehörige untergesetzliche Regelwerk geregelt (z. B. TA Luft) und nicht Gegenstand der AltholzV.

| Zusammenfassende Hinweise zur Getrennthaltung von Altholz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Handlungsbedarf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Lösungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Der Grundsatz der Getrennthaltung von Altholz erleichtert die Herstellung einer für die stoffliche oder energetische Verwertung erforderlichen Qualität der Holzhackschnitzel und –späne und soll auch zukünftig beibehalten werden (9).</li> <li>Bedingungen für die Lagerung von Altholz sind über das BImSchG und das dazugehörige untergesetzliche Regelwerk geregelt und nicht Gegenstand der AltholzV.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Beibehaltung der getrennten Erfassung von Altholz</li> <li>Ist eine getrennte Erfassung technisch nicht möglich oder wirtschaftlich nicht zumutbar, kann davon abgewichen werden.</li> <li>Lösungsvorschlag nicht erforderlich</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Betrifft AltholzV § 5 Zuordnung zu Altholzkategorien und § 10 Pflichten der Erzeuger und Besitzer zur Getrennthaltung von Altholz</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

<sup>165</sup> Die Pflicht zur Getrennthaltung richtet sich lt. Begründung zur AltholzV allein nach der Wahl des jeweiligen Verwertungsverfahrens und der für dieses Verfahren zugelassenen Altholzkategorien, bzw. der Beschränkung auf bestimmte Altholzkategorien.



### 3.1.5 Lenkung von Altholzströmen

Wesentliches Element der Stoffstromlenkung ist die Getrennthaltung von Altholz, die nach § 10 der AltholzV bereits an der Anfallstelle erfolgen soll. Hierdurch werden Althölzer nach möglichen weiteren Inhaltsstoffen (unbehandelt, Farben, Lacke, Holzschutzmittel etc.) separiert erfasst, so dass in Abhängigkeit der Altholzqualität verschiedene Verwertungsverfahren angesteuert werden können.

Mit den Vorgaben in Anhang I der AltholzV (Zuordnung von Altholzkategorien zu verschiedenen Wegen der stofflichen Verwertung) soll gewährleistet werden, dass eine schadlose stoffliche Verwertung von Altholz stattfinden kann (§ 3 Abs. 1 AltholzV). Die energetische Verwertung von Altholz hat entsprechend den Regelungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und den auf seiner Grundlage ergangenen Rechtsverordnungen zu erfolgen (§ 3 Abs. 2 AltholzV, vgl. auch Kapitel 2.1).

Für die Herstellung von Holzwerkstoffen dürfen Althölzer der Kategorien A I und A II verwendet werden. Althölzer der Kategorie A III sind nach vorheriger Entfernung von Lackierungen und Beschichtungen ebenfalls einsetzbar (vgl. Anhang I AltholzV). Die aus den zugeordneten Altholzkategorien hergestellten Holzhackschnitzel und –späne müssen darüber hinaus die in Anhang II der AltholzV genannten Grenzwerte einhalten.

Für die beiden darüber hinaus genannten Verwertungswege (Gewinnung von Synthesegas, Herstellung von Aktivkohle/Industrieholzkohle) können grundsätzlich alle vier Altholzkategorien verwendet werden.

Die Regelungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und der auf seiner Grundlage ergangenen Rechtsverordnungen, nach denen die energetische Altholzverwertung zu erfolgen hat, lassen in Abhängigkeit der Feuerungswärmeleistung und der anlagenseitigen Maßnahmen des Immissionsschutzes ebenfalls unterschiedliche Altholzkategorien zu. So können Althölzer der Kategorie A I z. B. in Feuerungsanlagen nach 1. BImSchV eingesetzt werden, wohingegen A IV-Althölzer nur in Feuerungsanlagen, die in Verbindung mit der 17. BImSchV genehmigt wurden, eingesetzt werden können.

Nach § 4 der Altholzverordnung sind die stoffliche und die energetische Verwertung gleich hochwertig.

Die lenkungswirksamen Vorgaben der europäischen Abfallrahmenrichtlinie und des Kreislaufwirtschaftsgesetzes berücksichtigt die aktuelle Altholzverordnung bislang nicht.

#### ► Lenkungswirksame Vorgaben im KrWG

Im Kreislaufwirtschaftsgesetz ist die **fünfstufige Abfallhierarchie** (§ 6 KrWG) und deren Umsetzung (§§ 6 bis 8 KrWG) festgelegt. Erzeuger oder Besitzer von Abfällen sind somit zur Verwertung ihrer Abfälle verpflichtet (§ 7 Abs. 2 KrWG), soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist, insbesondere für einen gewonnenen Stoff oder gewonnene Energie ein Markt vorhanden ist oder geschaffen werden kann (§ 7 Abs. 4 KrWG).

Vorrang hat die jeweils beste Option aus Sicht des Umweltschutzes, wobei neben den ökologischen Auswirkungen auch technische, wirtschaftliche und soziale Folgen zu berücksichtigen sind (§ 6 Abs. 2 KrWG). Dabei kann die Bundesregierung nach § 8 Abs. 2 Satz 2 KrWG den Vorrang oder Gleichrang für bestimmte Abfallarten auf Grund der in § 6 Absatz 2 Satz 2 und 3 festgelegten Kriterien und die Anforderungen an die **Hochwertigkeit** der einzelnen Verwertungsmaßnahme (§ 8 Abs. 1 Satz 1 KrWG) ebenso festlegen wie eine sog. **Kaskadennutzung**, bei der die Verwertung des Abfalls entsprechend seiner Art, Beschaffenheit, Menge und Inhaltsstoffe

durch mehrfache, hintereinander geschaltete stoffliche und anschließende energetische Verwertungsmaßnahmen (Kaskadennutzung) erfolgen soll.

### ► Abfallhierarchie nach KrWG

Da der Gesetzgeber mit der fünfstufigen Abfallhierarchie des Kreislaufwirtschaftsgesetzes einen Vorrang der stofflichen Verwertung vor der energetischen Verwertung festgelegt hat, nach § 4 AltholzV aber die Verfahren zur stofflichen Verwertung von Altholz und zur energetischen Verwertung hochwertig sind, war im Rahmen der Evaluierung des Novellierungsbedarfs der Altholzverordnung zu prüfen, ob diese Gleichwertigkeit der stofflichen und energetischen Verwertung beibehalten werden kann. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass

- der Gesetzgeber den Gleichrang von Verwertungsverfahren nach § 8 KrWG festlegen kann (s. o.),
- die stoffliche Verwertung bei einem vollständigen Vorrang entsprechender zusätzlicher Aufnahmekapazitäten bedürfte, die die Holzwerkstoffindustrie derzeit nur in begrenztem Umfang bereitstellen kann. Aufgrund der wirtschaftlichen Konkurrenzsituation mit dem europäischen Ausland ist in Deutschland nicht mit deutlichen Steigerungen der Produktionskapazitäten für Spanplatten zu rechnen. Somit stehen für eine Erhöhung des Recyclings i. W. die bestehenden Kapazitäten und Steigerungen des Altholzeinsatzes in den Spanplatten zur Verfügung (vgl. Kapitel 3.2). Darüber hinaus finden derzeit Aktivitäten zum Altholzeinsatz in anderen Holzwerkstoffbereichen (z. B. OSB-Platten) statt.
- die energetische Verwertung von Altholz in Biomassekraftwerken einen wichtigen Beitrag zur Energiewende leistet, mit der die Energieversorgung in Deutschland grundlegend hin zu erneuerbaren Energien und mehr Energieeffizienz umgestellt werden soll. Dafür sollen bis 2025 ca. 40 – 45 % des Stromverbrauchs in Deutschland aus erneuerbaren Energien produziert werden.<sup>166</sup>

In Biomassefeuerungsanlagen wurden im Jahr 2016 insgesamt ca. 20 Mio. Mg<sub>luro</sub> Holz verwendet, davon ca. 13,3 Mio. Mg<sub>luro</sub> in Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung ab 1 MW FWL. In diesen mittleren (1 bis 50 MW FWL) und großen Feuerungsanlagen (> 50 MW FWL) wurden ca. 49 % Altholz und ca. 5 % sonstiges Industrierestholz eingesetzt.<sup>167</sup>

Darüber hinaus erfordert die stark fluktuierende Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern „Wind“ und „Sonne“ speicherbare Energieträger, die flexibel einsetzbar sind. Im Rahmen des Umbaus der Energieversorgung wird somit eine zunehmende Nachfrage nach speicherfähigen, flexibel einsetzbaren Brennstoffformen angenommen. Hierzu zählen z. B. auch trockene Biomassen wie Hackschnitzel, Presslinge oder Pellets.<sup>168</sup>

Die Aufnahme der fünfstufigen Abfallhierarchie in die neue Altholzverordnung im Rahmen einer Präambel oder einer Erweiterung des § 1 Abs. 1 wäre somit zu empfehlen, da jeder Erzeuger oder Besitzer von Altholz hierdurch diese Grundsätze bei der Entsorgung zu berücksichtigen hat. Darüber hinaus wäre eine altholzklassenspezifische Rangfolge zwischen stofflicher und energetischer Verwertung – mit einem Vorrang der stofflichen Verwertung für Altholz der Kategorie I – für eine Unterstützung des Recyclings bei gleichzeitiger Berücksichtigung der nachhaltigen Energiebereitstellung zielführend (vgl. Kapitel 3.2.2).

### ► Ende der Abfalleigenschaft

<sup>166</sup> BMWI (2018)

<sup>167</sup> Döring, P. et al. (2018b)

<sup>168</sup> ASA (2016)

Eine weitere Möglichkeit der Lenkung von Stoffströmen ist die Festlegung des Endes der Abfalleigenschaft. Nach § 5 Abs. 1 (KrWG) **endet die Abfalleigenschaft** eines Stoffes oder Gegenstandes, wenn dieser ein Verwertungsverfahren durchlaufen hat und so beschaffen ist, dass er üblicherweise für bestimmte Zwecke verwendet wird (§ 5 Abs. 1 Nr. 1 KrWG), ein Markt für ihn oder eine Nachfrage nach ihm besteht (§ 5 Abs. 1 Nr. 2 KrWG), er alle für seine jeweilige Zweckbestimmung geltenden technischen Anforderungen sowie alle Rechtsvorschriften und anwendbaren Normen für Erzeugnisse erfüllt (§ 5 Abs. 1 Nr. 3 KrWG) sowie seine Verwendung insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf Mensch oder Umwelt führt (§ 5 Abs. 1 Nr. 4 KrWG).

Die Bundesregierung wird ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 68 KrWG) durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates nach Maßgabe der in Absatz 1 genannten Anforderungen die Bedingungen näher zu bestimmen, unter denen für bestimmte Stoffe und Gegenstände die Abfalleigenschaft endet. Hierbei sind die Vorgaben der EU-Abfallrahmenrichtlinie zu beachten, in der in Artikel 6 für bestimmte festgelegte Abfälle (mindestens für körniges Gesteinsmaterial, Papier, Glas, Metall, Reifen und Textilien) die Kriterien genannt werden, deren Erfüllung mit dem Ende der Abfalleigenschaft einhergeht. Für die Holzhackschnitzel und –späne zur stofflichen Verwertung und hier insbesondere der Altholzkategorie A I wären die in Nr. 1 bis 4 genannten Punkte zutreffend, so dass für diesen Teilstrom die Möglichkeiten zur Festlegung des Abfallendes überprüft werden könnten. Abfallrechtliche Kontrollmöglichkeiten wären für diesen Teil des Stoffstromes dann nicht mehr gegeben.

Eine nationale Festlegung des Endes der Abfalleigenschaft für aufbereitetes Altholz der Kategorie A I wird vor diesem Hintergrund nicht empfohlen. Zudem scheint die Festlegung des Endes der Abfalleigenschaft von Altholz mit Blick auf die grenzüberschreitende Verbringung von Altholz nicht zielführend. Vielmehr wäre bei Bedarf eine EU-weit einheitliche Festlegung erforderlich.

| Zusammenfassende Hinweise Lenkung von Altholzströmen                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Handlungsbedarf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Lösungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Lenkungswirksame Vorgaben aus der Abfallrahmenrichtlinie und dem Kreislaufwirtschaftsgesetz sind grundsätzlich zu berücksichtigen (fünfstufige Abfallhierarchie, Hochwertigkeit, Kaskadennutzung), z. B. durch Verweis auf KrWG §§ 6 (Rangfolge) und 8 (Hochwertigkeit der Verwertungsmaßnahmen) (10)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aufnahme der Rangfolge der Maßnahmen gemäß § 6 KrWG (Abfallhierarchie) in die AltholzV als Präambel oder Erweiterung des § 1 Abs. 1. Technische Machbarkeit und wirtschaftliche Zumutbarkeit sind zu beachten.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Definition der Hochwertigkeit (§ 4 AltholzV) war zu prüfen. (11)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die stoffliche Verwertung steht in der Rangfolge der Abfallhierarchie vor der energetischen Verwertung, so dass die Frage der Vorrangigkeit / Gleichrangigkeit zu betrachten war. Die Hochwertigkeit entscheidet dann zwischen zwei Verfahren derselben Rangstufe. Es wird vorgeschlagen, für Altholz der Kategorie A I einen Vorrang für die stoffliche Verwertung zu definieren; für Altholz der Kategorie A II einen Gleichrang zwischen der energetischen und der stofflichen Verwertung (vgl. Vorschlag (18)).</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Prüfung der Möglichkeiten der Festlegung des Endes der Abfalleigenschaft für Altholz</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Abfalleigenschaft sollte auch zukünftig für aufbereitetes Altholz der Kategorie A I gelten</li> <li>■ Lösungsvorschlag nicht erforderlich</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ betrifft AltholzV § 3 Anforderungen an die Verwertung, § 4 Hochwertigkeit der Verwertung, § 5 Zuordnung zu Altholzkategorien</li> </ul>                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

### 3.1.6 Anforderungen an den grenzüberschreitenden Handel mit Altholz

Für die grenzüberschreitende Abfallverbringung gelten in Deutschland grundsätzlich die europäische Abfallverbringungsverordnung und das nationale Abfallverbringungsgesetz.

Grundsätzlich wird bei der grenzüberschreitenden Abfallverbringung zwischen nicht notifizierungspflichtigen (sog. „Grüne“ Liste) und notifizierungspflichtigen Abfällen (sog. „Gelbe“ Liste) unterschieden (vgl. auch Kap. 2.1.10), die wiederum unterschiedliche Anforderungen an den grenzüberschreitenden Verkehr stellen (vgl. Tabelle 8).

Zu den „grün gelisteten Abfällen“ zur Verwertung zählt gemäß Anhang III der europäischen Abfallverbringungsverordnung z. B. unbehandeltes Holz, welches nach der Begriffsdefinition der aktuellen Altholzverordnung der Altholzkategorie A I entspricht (§ 2 Nr. 4 Buchstabe a AltholzV). Behandeltes Holz, welches nach der aktuellen Begriffsdefinition der AltholzV den Altholzkategorien II bis IV zuzuordnen ist, unterliegt dagegen der Notifizierungspflicht („Gelbe“ Liste) und somit der Zustimmung des ex- und importierenden EU-Mitgliedsstaates.

**Tabelle 8: Vereinfachte Darstellung zur Zulässigkeit grenzüberschreitender Abfallverbringungen gemäß VVA<sup>169</sup>**

|                                                                                                                                 | Zwischen EU-Staaten               | Import in die EU        | Durchfuhr durch die EU  | Export aus der EU                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------|
| Abfälle zur Verwertung die keine gefährlichen Bestandteile enthalten ("Grüne" Abfallliste - Anhänge III, IIIA und IIIB der VVA) | Informationspflicht <sup>1)</sup> | Informationspflicht     | Informationspflicht     | Informationspflicht oder Sonderregelungen <sup>2)</sup> |
| Abfälle zur Beseitigung                                                                                                         | Zustimmung erforderlich           | Zustimmung erforderlich | Zustimmung erforderlich | Verboten <sup>3)</sup>                                  |
| Alle anderen Abfälle ("Gelbe" Abfallliste - Anhang IV und IVA der VVA)                                                          | Zustimmung erforderlich           | Zustimmung erforderlich | Zustimmung erforderlich | Verboten <sup>4)</sup>                                  |

Quelle: Umweltbundesamt (2018c)

VVA – Verordnung (EG) zur Verbringung von Abfällen <sup>170</sup>

- <sup>1)</sup> – Für einige der neu der EU beigetretenen Staaten gelten noch Übergangsregelungen
- <sup>2)</sup> – Es bestehen teilweise Einschränkungen durch nationales Recht des jeweiligen Nicht-EU-Staates; für Abfälle von Anhang IIIB ist eine Notifizierung erforderlich
- <sup>3)</sup> – Die Ausfuhr nach Norwegen, Island, Liechtenstein und in die Schweiz ist mit Zustimmung erlaubt.
- <sup>4)</sup> – Der Export gefährlicher Abfälle zur Verwertung in Staaten, für die der OECD-Beschluss nicht gilt, ist verboten.

Zuständige Behörden können nach Artikel 12 der Abfallverbringungsverordnung Einwände gegen eine Notifizierung erheben, wenn z. B. die geplante Verbringung oder Verwertung nicht im Einklang steht mit

- ▶ der Richtlinie 2006/12/EG (AbfRRL),
- ▶ nationalen Rechtsvorschriften zum Schutz der Umwelt, zur Wahrung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung oder zum Schutz der Gesundheit,
- ▶ nationalen Rechtsvorschriften im Versandstaat betreffend die Abfallverwertung, wobei die Notwendigkeit eines reibungslosen Funktionierens des Binnenmarktes zu beachten ist.

<sup>169</sup> Umweltbundesamt (2018c)

<sup>170</sup> Europäisches Parlament und Rat der EU (2006)

Somit könnten die Anforderungen der Altholzverordnung auch grundsätzlich auf den grenzüberschreitenden Handel notifizierungspflichtiger Hölzer angewendet werden (vgl. 2. und 3. Anstrich). Die grenzüberschreitende Abfallverbringung ist vor dem dargestellten Hintergrund somit grundsätzlich ausreichend geregelt. Hier ist eher zu hinterfragen, wie die Einhaltung der Umsetzung der Altholzverordnung bei einer grenzüberschreitenden Abfallverbringung überwacht werden kann.

Vor diesem Hintergrund wäre eine europäische AltholzV sinnvoll und wünschenswert, da hierdurch die Vorgaben für den Umgang mit Altholz europaweit vereinheitlicht würden. Derzeit bestehen aber lediglich in Deutschland und Österreich Verordnungen zum Umgang mit Alt- bzw. Recyclingholz. Die restlichen EU-Länder haben keine entsprechenden Vorschriften für die Altholzverwertung.

#### Zusammenfassende Hinweise zum grenzüberschreitenden Handel mit Altholz

##### Handlungsbedarf

##### Lösungsvorschlag

■ kein Handlungsbedarf

### 3.1.7 Dokumentationspflichten bei der Entsorgung von Altholz

Die in der Altholzverordnung festgelegten Dokumentationspflichten sind in der Praxis umsetzbar und können grundsätzlich beibehalten werden. Verbesserungsbedarf wird beim Anliefererschein, der Kleinmengenregelung für die Hinweis- und Kennzeichnungspflichten sowie beim Betriebstagebuch gesehen. Diese Punkte werden im Folgenden dargestellt.

#### ► Anlieferungsschein, Hinweis- und Kennzeichnungspflichten

Die Dokumentationspflichten bei der Entsorgung von Altholz sind in den §§ 11 (Hinweis- und Kennzeichnungspflichten) und 12 (Betriebstagebuch) der Altholzverordnung festgelegt.

Grundsätzlich hat derjenige, der Altholz einer Altholzbehandlungsanlage zuführt, das angelieferte Altholz nach Altholzkategorie und Menge mit dem Anliefererschein gemäß Anhang IV zu deklarieren (§ 11 Abs. 1 AltholzV). Betreiber einer Altholzaufbereitungsanlage dürfen dieses nur annehmen, wenn ihnen ein Anlieferungsschein ausgehändigt wird (§ 11 Abs. 2 AltholzV). Wie bei den Pflichten zur Getrennthaltung (§ 10 AltholzV) ist auch für die **Hinweis- und Kennzeichnungspflichten** nach § 11 eine Kleinmengenregelung vorhanden, nach der die Absätze 1 und 2 erst ab einer Anlieferung von Mengen über 100 kg gelten (§ 11 Abs. 3).

Die **Deklaration von angeliefertem Altholz** kann dabei auch mit Hilfe von Praxisbelegen, insbesondere von Liefer- und Wiegescheinen, geführt werden, wenn diese die zur Deklaration erforderlichen Angaben enthalten (§ 11 Abs. 4 AltholzV). In der Praxis wird diese Möglichkeit zur Erfüllung der Kennzeichnungspflicht eher genutzt, und sollte in einer novellierten Altholzverordnung erhalten bleiben. Sind über die Entsorgung von Altholz Begleit- oder Übernahme-scheine nach der Nachweisverordnung zu führen, so kann die Deklaration des Altholzes auch im Feld "Frei für Vermerke" des Begleit- oder Übernahmescheines erfolgen.

Die Nutzung des Anlieferungsscheins nach § 11 Abs. 1 und dem Anhang VI AltholzV ist zurzeit weniger verbreitet, da dieser als wenig praxistauglich angesehen wird. Aus diesem Grund ist dieser im Rahmen der Evaluierung der Altholzverordnung überarbeitet worden. Zudem wurde ein Anlieferungsschein für den Altholzaufbereiter und einer für den Altholzhackschnitzel- und -späneverwerter erarbeitet (vgl. Anhang F).

## ► Betriebstagebuch

Neben der Erfüllung der Hinweis- und Kennzeichnungspflichten hat ein Betreiber einer genehmigungsbedürftigen Altholzbehandlungsanlage (vgl. § 2 Nr. 9 AltholzV) ein **Betriebstagebuch** zu führen, in das nach § 12 AltholzV folgende Angaben unverzüglich einzustellen sind:

1. bei der Zuordnung festgestellte erhebliche Abweichungen von der Deklaration,
2. Ergebnisse der Eigen- und Fremdüberwachung (Kontrolle von Altholz zur Holzwerkstoffherstellung) einschließlich der Dokumentation der Probenahmen,
3. Ergebnisse der Kontrolle von Altholz zur energetischen Verwertung,
4. Anlieferungsscheine,
5. Art, Menge und Altholzkategorie des verwerteten oder beseitigten Altholzes sowie bei anderweitiger Entsorgung Art, Menge, Altholzkategorie und Verbleib des abgegebenen Altholzes,
6. besondere Vorkommnisse, insbes. Betriebsstörungen, die Auswirkungen auf die ordnungsgemäße Entsorgung von Altholz haben können einschl. möglicher Ursachen, und
7. entsprechende Abhilfemaßnahmen.

Die Führung des Betriebstagebuches ist in der Praxis gut umsetzbar. Im Sinne einer Harmonisierung wurde ein Vergleich der Vorgaben der AltholzV und der GewAbfV durchgeführt (vgl. Anhang **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Es wird deutlich, dass diese in den inhaltlichen Anforderungen im Wesentlichen übereinstimmen. Relevanter Unterschied ist, dass die AltholzV ein tägliches Zusammenfassen von Einzelblättern vorgibt (§ 12 Abs. 2 AltholzV), wohingegen die GewAbfV dieses in einem wöchentlichen Rhythmus fordert (§ 12 Abs. 3 Gew). Im Sinne einer Harmonisierung ist es sinnvoll, den wöchentlichen Rhythmus in die AltholzV zu übernehmen. Darüber hinaus können im aktuellen § 12 der AltholzV nachfolgende Passagen gestrichen werden, ohne dass die Präzision reduziert würde:

- § 12 Abs. 1 AltholzV: „...zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der Altholzentsorgung nach den Bestimmungen dieser Verordnung...“
- § 12 Abs. 2 AltholzV: „...wenn die Angaben nach Absatz 1 leserlich in deutscher Sprache mit Druck, Schreibmaschine, Kugelschreiber oder einem sonstigen Schreibgerät mit dauerhafter Schrift eingetragen und die Blätter täglich zusammengefasst werden...“
- § 12 Abs. 3 AltholzV: „...die gespeicherten Angaben in Klarschrift oder die Einzelblätter...“

Zur Präzisierung der Vorgaben für das Betriebstagebuch wäre es darüber hinaus sinnvoll, entsprechende Hinweise (kursiv) zu ergänzen:

- § 12 Abs. 2 AltholzV: „...regelmäßig *auf Vollständigkeit und Richtigkeit* zu überprüfen und *zu dokumentieren*. Es kann...“

Um das Führen des Betriebstagebuches zu erleichtern sollte darüber hinaus ein Hinweis analog zum § 12 Abs. 2 GewAbfV gegeben werden, dass auf Nachweise und Register nach der Nachweisverordnung, auf das Betriebstagebuch nach der Entsorgungsfachbetriebsverordnung oder auf Aufzeichnungen auf Grund anderer Bestimmungen zurückgegriffen werden kann.



| Zusammenfassende Hinweise zu Dokumentationspflichten in der Altholzverordnung                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Handlungsbedarf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Lösungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Hinweis- und Kennzeichnungspflichten für die Deklaration sind grundsätzlich praxistauglich.</li> </ul>                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Beibehaltung in der novellierten Altholzverordnung</li> <li>Kein Lösungsvorschlag erforderlich</li> </ul>                                                                                                                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Kleinmengenregelungen der § 10 (Pflichten der Erzeuger und Besitzer zur Getrennthaltung von Altholz) und § 11 (Hinweis und Kennzeichnungspflichten; Kleinmengen bis zu 100 kg) sollten harmonisiert werden. (12)</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Definition der Kleinmenge als 1 Kubikmeter loses Schüttvolumen oder 0,3 Tonnen je Tag in § 11 AltholzV</li> </ul>                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Aktueller Anlieferungsschein nach § 11 Abs. 1 und Anhang IV ist zu überarbeiten. Hierbei ist zukünftig nach Anlieferung beim Aufbereiter oder beim Verwerter zu unterscheiden. (13)</li> </ul>                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschlag für einen Anlieferungsschein „Aufbereitungsanlage“ (→ Anhang F.1)</li> <li>Vorschlag für einen Anlieferungsschein „Verwertungsanlage“ (→ Anhang <b>Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.</b>)</li> </ul>      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Altholzdeklaration mit Hilfe von Praxisbelegen (Liefer- und Wiegescheine), wenn diese die dem Anlieferungsschein entsprechenden erforderlichen Angaben enthalten, soll beibehalten werden.</li> </ul>                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Beibehaltung in der novellierten Altholzverordnung</li> <li>Kein Lösungsvorschlag erforderlich</li> </ul>                                                                                                                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Führung eines Betriebstagebuches ist in der Praxis gut umsetzbar. Im Sinne der Vereinheitlichung soll das Betriebstagebuch nach AltholzV grundsätzlich mit den Vorgaben aus der GewAbfV harmonisiert werden. Hierzu wären textliche Einschübe im § 12 AltholzV ggf. ausreichend. (14)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Streichung oder Ergänzen einzelner Passagen, Übernahme des wöchentlichen Rhythmus für das Zusammenführen (Abgleich Anforderungen AltholzV und GewAbfV → Anhang <b>Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.</b>)</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Betrifft AltholzV §§ 11 Hinweis- und Kennzeichnungspflichten und 12 Betriebstagebuch sowie Anhang VI Anlieferungsschein für Altholz</li> </ul>                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                              |

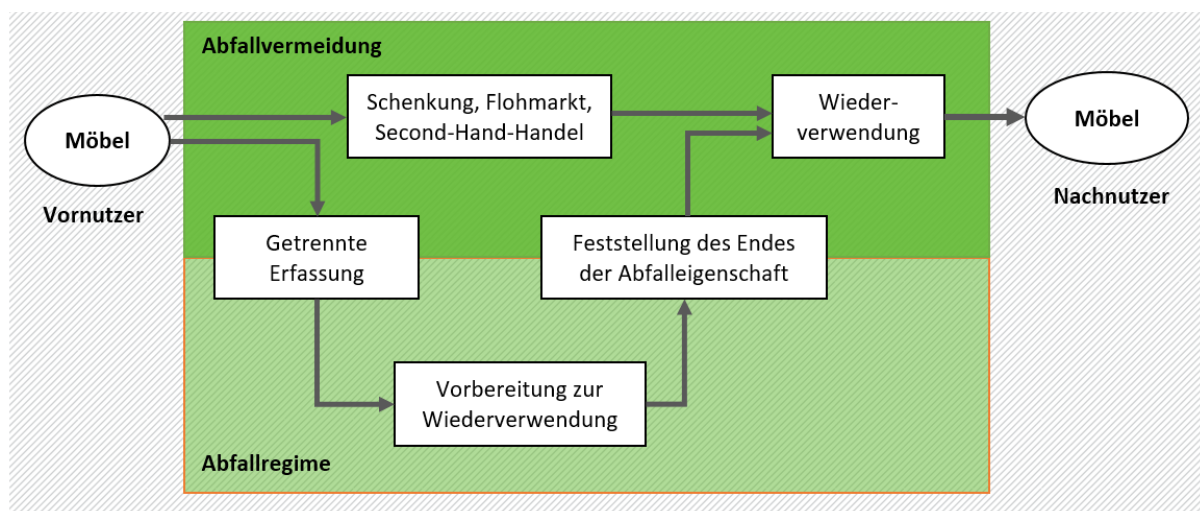
## 3.2 Neue Aspekte und Anforderungen bei der Altholzverwertung (Workshop II)

Im Rahmen dieses Kapitels werden neue Aspekte und Anforderungen und deren Auswirkungen auf die Altholzverordnung thematisiert. Dabei wurden neben der Vorbereitung zur Wiederverwendung und der Stärkung des Recyclings sowie der Frage neuer Verwertungswege für Altholz auch neue Holz-Kunststoff-Verbundstoffe (WPC, Vinylboden auf hochdichter Faserplatte) berücksichtigt.

### 3.2.1 Stärkung der Vorbereitung zur Wiederverwendung

Jedes Verwertungsverfahren der Prüfung, Reinigung oder Reparatur, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile von Erzeugnissen, die zu Abfällen geworden sind, so vorbereitet werden, dass sie ohne weitere Vorbehandlung wieder für denselben Zweck verwendet werden können, für den sie ursprünglich bestimmt waren, entspricht einer „**Vorbereitung zur Wiederverwendung**“ (Artikel 3 Nr. 16 AbfRRL, § 3 Abs. 24 KrWG). Diese grenzt sich von einer Wiederverwendung als Maßnahme der Abfallvermeidung (vgl. Anhang **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) dadurch ab, dass ein Erzeugnis zur Wiederverwendung vorher nicht zu Abfall geworden ist (vgl. Abbildung 15).

**Abbildung 15: Abgrenzung von Wiederverwendung und Vorbereitung zur Wiederverwendung<sup>171</sup>**



Quelle: Thärichen, H.; Dageförde, A. (2015), eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

Die Vorbereitung zur Wiederverwendung ist beendet, wenn die neuerliche Verwendung des Erzeugnisses in Betracht kommt (positive Wiederverwendungsprognose).<sup>172</sup>

Eine Prüfung von Möglichkeiten der Vorbereitung zur Wiederverwendung konzentriert sich auf solche Abfälle bzw. Gegenstände, die zu Abfall geworden sind, die sich grundsätzlich in gut erhaltenem Zustand befinden und mit geringem Aufwand ohne nennenswerten Substanzeingriff wieder verwendbar gemacht werden können. Diese findet in der Regel statt, bevor das Altholz an eine Aufbereitungsanlage geliefert wird.

Von Bechtholsheim und Charlier (2017) sehen ein lohnendes Wiederverwendungspotenzial für Möbel aus Holz aus der Sperrmüllsammmlung. Hierzu ist eine Getrennthaltung der wiederverwendbaren Möbel erforderlich.<sup>173</sup> Auch beim selektiven Rückbau könnten Teilfraktionen der Bauabfälle zur Wiederverwendung vorbereitet werden, wenn diese gezielt ausgebaut werden (z. B. Fenster, Türen, Dachbalken). Hier haben sich teilweise bereits entsprechende Bauteilbörsen etabliert.

Bei der Novellierung der Altholzverordnung wäre die Aufnahme des Grundsatzes der Vorbereitung zur Wiederverwendung für Teilfraktionen des Sperrmülls z. B. für Möbel aus Holz oder aus dem selektiven Rückbau empfehlenswert. Da die Etablierung der erforderlichen Strukturen (z. B. Second-Hand-Kaufhäuser, Reparaturnetzwerke<sup>174</sup>, Möbel- oder auch Bauteilbörsen) jedoch außerhalb des Regelungsbereichs der Altholzverordnung liegen, ist auch hier eine wirtschaftliche Zumutbarkeit und eine technische Machbarkeit zu berücksichtigen.

<sup>171</sup> Thärichen, H.; Dageförde, A. (2015)

<sup>172</sup> Frenz, W. (2012)

<sup>173</sup> Von Bechtholsheim, C.; Charlier, I. K. (2017)

<sup>174</sup> Siehe z.B. reparatur-initiativen.de (Reparatur-Initiativen finden, unterstützen und gründen - Vernetzung, Beratung und Austausch; aktuell 643 Initiativen präsentiert)

| Zusammenfassende Hinweise zur Stärkung der Vorbereitung zur Wiederverwendung                                                            |                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Handlungsbedarf                                                                                                                         | Lösungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>■ Vorbereitung zur Wiederverwendung für Altholz grundsätzlich möglich und könnte in der AltholzV empfohlen werden. (15)</p>          | <p>■ In Präambel oder Hinweis in § 5 und Anhang I, dass geeignete Sortimente einer Vorbereitung zur Wiederverwendung zugeführt werden sollten. Die technische Machbarkeit und die wirtschaftliche Zumutbarkeit sind zu berücksichtigen.</p> |
| <p>■ <b>Betrifft neu einzuführende Präambel oder AltholzV § 5 und Anhang I: Verfahren für die stoffliche Verwertung von Altholz</b></p> |                                                                                                                                                                                                                                             |

Neben der Frage der Stärkung der Vorbereitung zur Wiederverwendung war zu prüfen, ob die in der AltholzV genannten Verfahren zur stofflichen Verwertung noch aktuell sind und wie die stoffliche Verwertung gestärkt werden kann.

### 3.2.2 Verfahren zur stofflichen Verwertung und Stärkung des Recyclings von Altholz

Nach Altholzverordnung umfasst die **stoffliche Verwertung von Altholz (§ 2 Nr.7) die nachfolgenden Verfahren:**

- ▶ Aufbereitung von Altholz zu Holzhackschnitzeln und Spänen für die Herstellung von Holzwerkstoffen,
- ▶ Gewinnung von Synthesegas zur weiteren chemischen Nutzung und
- ▶ Herstellung von Aktivkohle/Industriekohle.

Für eine schadlose stoffliche Verwertung von Altholz sind den jeweiligen Verwertungsverfahren entsprechende Altholzkategorien zugeordnet (§ 3 Abs. 1 AltholzV) (vgl. Tabelle 9).

**Tabelle 9: Verfahren zur stofflichen Verwertung von Altholz <sup>175</sup>**

| Nr. | Spalte 1                                                                                          | Spalte 2                      |     |      |     | Spalte 3                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----|------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                                                   | Zugelassene Altholzkategorien |     |      |     |                                                                                                                                                                                                                               |
|     |                                                                                                   | AI                            | AII | AIII | AIV | Besondere Anforderungen                                                                                                                                                                                                       |
| 1   | Aufbereitung von Altholz zu Hackschnitzeln und Holzspänen für die Herstellung von Holzwerkstoffen | ja                            | ja  | (ja) |     | Die Aufbereitung von Altholz der Altholzkategorie A III ist nur zulässig, wenn Lackierungen und Beschichtungen durch eine Vorbehandlung weitgehend entfernt wurden oder im Rahmen des Aufbereitungsprozesses entfernt werden. |
| 2   | Gewinnung von Synthesegas zur weiteren chemischen Nutzung                                         | ja                            | ja  | ja   | ja  | Eine Verwertung ist nur in hierfür nach § 4 des Bundesimmissionsschutzgesetzes genehmigten Anlagen zulässig.                                                                                                                  |
| 3   | Herstellung von Aktivkohle / Industrieholzkohle                                                   | ja                            | ja  | ja   | ja  | Eine Verwertung ist nur in hierfür nach § 4 des Bundesimmissionsschutzgesetzes genehmigten Anlagen zulässig.                                                                                                                  |

Quelle: Bundesregierung (2002a)

<sup>175</sup> Bundesregierung (2002a)

Für die Herstellung von Holzwerkstoffen dürfen v. a. die Altholzkategorien A I und A II eingesetzt werden. Altholz der Kategorie A III kann hier nur eingesetzt werden, wenn Lackierungen und Beschichtungen durch eine Vorbehandlung weitgehend entfernt wurden oder im Rahmen des Aufbereitungsprozesses entfernt werden. Letztgenannter Aspekt verweist auf ein vom WKI 1996 entwickeltes Verfahren zur chemo-thermischen Entfernung der Beschichtungen (Patent EP0863808A1 des WKI) von AIII-Holz in Anhang I der AltholzV.<sup>176</sup> In der Praxis finden derartige Verfahren keine Anwendung. Im Rahmen der Novellierung der AltholzV ist eine Anpassung dieser Passage zur Klarstellung jedoch so erforderlich, dass die Aufbereitung von AIII-Altholzgemischen zu stofflich zu verwertendem Material ebenfalls zulässig ist, wenn Althölzer mit PVC als halogenorganischer Verbindung in der Beschichtung aussortiert wurden.

Die weiteren stofflichen Verwertungsverfahren zur Gewinnung von Synthesegas und zur Herstellung von Aktiv-/Industriekohle, für die grundsätzlich alle Altholzkategorien eingesetzt werden können, sind zurzeit nicht relevant.

Ein Abgleich des jährlichen Holzkohlebedarfs in Deutschland mit den jährlichen Importen hat gezeigt, dass ca. 90 % der Holzkohlen importiert werden (2017: ca. 215.000 Mg<sup>177</sup>). Darüber hinaus werden Holzkohlen i. d. R. nicht aus Altholz hergestellt. Im Bereich der Aktivkohle ist darüber hinaus ein steigender Import von ca. 45.000 Mg/a (2008) auf über 70.000 Mg im Jahr 2017 zu verzeichnen. In Deutschland wird Aktivkohle derzeit von zwei Herstellern produziert,<sup>178</sup> die kohlenstoffhaltige Rohstoffe wie Steinkohle, Fruchtkerne wie Olivenkerne, Kokosnuss-Schalen oder auch Holz zur Herstellung nutzen. Eine Streichung dieser Verwertungswege hätte keine Auswirkungen auf die Stoffströme, würde aber dazu führen, dass diese Verfahren zukünftig nicht mehr für die stoffliche Verwertung von Altholz möglich wären. Aus diesem Grund wird die Beibehaltung der Verwertungswege in einer novellierten Altholzverordnung empfohlen.

Weitere stoffliche Verwertungsverfahren sind nach Einzelfallprüfung ebenfalls möglich.

### **Stärkung des Recyclings**

Die stoffliche Verwertung von Altholz findet fast ausschließlich in der Holzwerkstoffindustrie statt. Hier wird Altholz im Wesentlichen in der Spanplattenherstellung eingesetzt, ein Altholzeinsatz bei der Produktion von OSB-Platten ist bislang aufgrund von Produktanforderungen eher limitiert.<sup>179</sup> Hier finden derzeit aber erste Aktivitäten statt. Bei MDF-Platten ist der Einsatz aufgrund des anfälligen Produktionsprozesses eher begrenzt.

In Deutschland produzierte Spanplatten wiesen im Jahr 2016 einen Altholzanteil von ca. 27 % bzw. 1,5 Mio. Mg/a<sup>180</sup> auf. Diesem stehen ca. 9 Mio. Mg/a an A I- und A II-Altholz gegenüber. Die Produktionskapazitäten der stofflichen Verwerter sind für eine Aufnahme sämtlicher stofflich verwertbarer Hölzer nicht ausgelegt und größere Steigerungen der Produktionskapazitäten sind aufgrund der wirtschaftlichen Konkurrenzsituation mit dem europäischen Ausland in Deutschland nicht zu erwarten. Da es aber keine generellen technischen Beschränkungen bezüglich des Altholzanteils in Spanplatten gibt, wäre der Einsatz von Altholz in der Spanplattenindustrie dennoch zu steigern. Dieses zeigen im europäischen Ausland produzierte Spanplatten, die auch Altholzanteile von 61 % (Dänemark) bis 90 % (Italien) enthalten können.<sup>181</sup> Hierbei ist zu berück-

<sup>176</sup> VDI (2016)

<sup>177</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2017)

<sup>178</sup> Zeit (2018)

<sup>179</sup> Strohmeyer, A. (2019)

<sup>180</sup> Döring, P. et al. (2018a)

<sup>181</sup> Strohmeyer, A. (2019)

sichtigen, dass Dänemark der deutschen AltholzV folgt und die entsprechenden Grenzwerte berücksichtigt, es aber in Italien weder auf nationaler noch auf regionaler Ebene eine spezielle Gesetzgebung für Holzabfälle gibt.<sup>182</sup>

Untersuchungen an Spanplatten aus verschiedenen europäischen Ländern, die in Deutschland vertrieben wurden, haben gezeigt, dass diese teilweise die aktuellen Grenzwerte der Altholzverordnung überschreiten können.<sup>183</sup> Für die deutsche Holzwerkstoffindustrie ist v. a. die Qualität des Recyclingmaterials maßgebend und daher<sup>184</sup> ist eher von einer moderaten Steigerung auszugehen. Der VHI spricht hier von ca. 2 Mio. Mg/a, was bei einer jährlichen Spanplattenproduktion in Höhe von ca. 5,4 Mio. Mg (2018)<sup>185</sup> einem Altholzanteil von nahezu 40 % in der Spanplatte entspricht. Bereits das Aufkommen an A I-Altholz übersteigt mit 3,8 Mio. Mg/a die dann in der Holzwerkstoffindustrie einsetzbare Menge. Grundsätzlich ist somit ein **möglichst hoher Einsatz an A I-Altholz bei der stofflichen Verwertung anzustreben**. Dieses stärkt auch in besonderem Maße die mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz unterstützte Kaskadennutzung.

Einschränkend ist hier zu berücksichtigen, dass A I-Altholz auch in Feuerungsanlagen nach der 1. BImSchV eingesetzt wird. Dieses soll auch zukünftig möglich bleiben. Ein ausschließlicher Einsatz von A I-Altholz in der Holzwerkstoffindustrie würde diesem entgegenstehen, so dass es auch zukünftig möglich sein muss, A I- und A II-Althölzer bei Einhaltung einer entsprechenden Qualität einer stofflichen Verwertung zuzuführen. Hierfür spricht auch, dass Altholz der Kategorie A I mengenmäßig nicht vollständig separat erfasst wird und auch nicht vollständig separat erfasst werden kann, dass die Spanplattenwerke regionale Schwerpunkte aufweisen (vgl. Kapitel 2.2), und dass lange Transportentfernungen aufgrund ökologischer und ökonomischer Aspekte zu vermeiden sind.

Im Jahr 2015 wurde der überwiegende Anteil des Rohstoffs für die Spanplattenherstellung (ca. 85 %) bis max. 150 km transportiert.<sup>186</sup> Wird diese Entfernung als Radius um die Spanplattenwerke in Deutschland angesetzt (vgl. Abbildung 16, äußerer Rand der hellblauen Kreise um die Spanplattenwerke), so liegen ca. 60 % der Altholzaufbereitungsanlagen nicht in diesem Einzugsbereich. Wird der Radius auf 250 km erweitert (nicht in Abbildung 16 dargestellt), befinden sich immer noch 21 % der Anlagen außerhalb dieser Transportentfernung. Übertragen auf die produzierten Altholzhackschnitzel und –späne lägen ca. 52 % bzw. 20 % der Altholzhackschnitzel außerhalb der betrachteten Einzugsgebiete (150 km bzw. 250 km).

Altholzaufbereitungsanlagen, die außerhalb der hier betrachteten Einzugsgebiete der Spanplattenwerke liegen, haben i. d. R. eine energetische Verwertungsanlage in ihrer näheren Umgebung. Diese sind auch aufgrund der zurzeit begrenzten Aufnahmekapazitäten der Holzwerkstoffindustrie, den nicht für eine stoffliche Verwertung geeigneten Altholzmengen und ihrer Rolle bei der Energiewende von Bedeutung (vgl. Kapitel 3.1.5).

<sup>182</sup> Reindahl Andersen, M. et al. (2018)

<sup>183</sup> Riedel, H. et al. (2014), Schrägle, R. (2015), LfU (2015b)

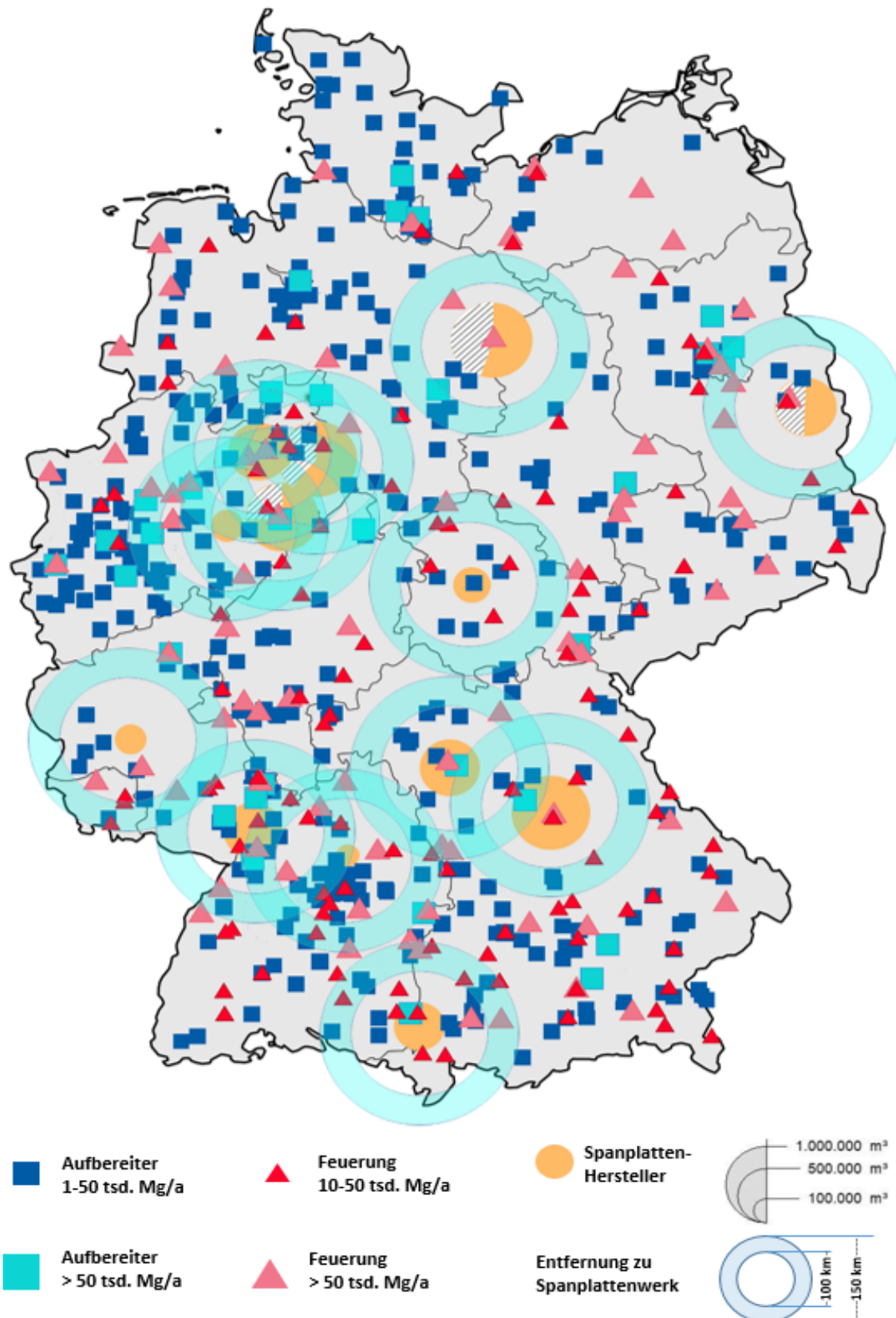
<sup>184</sup> Strohmeyer, A. (2019)

<sup>185</sup> BMEL (2019)

<sup>186</sup> Döring, P. et al. (2017)



**Abbildung 16: Regionale Verteilung der Altholzaufbereiter, der Spanplattenwerke und der Feuerungsanlagen in Deutschland im Jahr 2016<sup>187</sup>**



Quelle: Döring, P. et al. (2017), Döring, P. et al. (2018a), Döring, P. et al. (2018b), eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

<sup>187</sup> Döring, P. et al. (2017), Döring, P. et al. (2018a), Döring, P. et al. (2018b)



Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass im Vergleich zum Jahr 2016 der stofflich verwertete Altholzanteil in der Spanplatte gesteigert werden kann. Dabei ist ein möglichst hoher Anteil an A I-Althölzern anzustreben. Da ökologische und ökonomische Gründe, z. B. durch weite Transporte, gegen eine stoffliche Verwertung sprechen können, ist auch hier die wirtschaftliche Zumutbarkeit und die technische Machbarkeit zu berücksichtigen.

Mit nachfolgender altholzklassenspezifischer Zuordnung zu Verwertungswegen wären die Ziele der stofflichen und der energetischen Verwertung gleichermaßen zu erreichen:

- ▶ vorrangige stoffliche Verwertung von separat erfasstem Altholz der Altholzklasse I,
- ▶ gleichrangige stoffliche und energetische Verwertung von separat erfasstem Altholz der Altholzklasse II, sofern bei der energetischen Verwertung Anlagen mit einer entsprechenden Energieeffizienz genutzt werden.

Auch hier wären im Einzelfall wiederum die technische Machbarkeit und die wirtschaftliche Zumutbarkeit zu berücksichtigen.

| Zusammenfassende Hinweise zu Formen der stofflichen Verwertung und der Stärkung des Recyclings von Altholz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Handlungsbedarf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Lösungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Überprüfung der Verfahren zur stofflichen Verwertung auf Aktualität: Gewinnung von Synthesgas sowie die Herstellung von Aktiv- / Industriekohle für die stoffliche Verwertung von Altholz zurzeit in der Praxis nicht relevant. (16)</li> </ul>                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Beibehaltung der genannten Verfahren in der AltholzV, da so eine zukünftige Nutzung möglich bleibt.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Anpassung des Passus zur stofflichen Verwertung von AIII-Hölzern in der Holzwerkstoffindustrie nach Entfernung der Beschichtung in Anhang I (17)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Modifizierung der Passage in Anhang I: Die Aufbereitung von Altholz der Altholzkategorie A III ist nur zulässig, wenn Beschichtungen mit PVC als halogenorganischer Verbindung durch eine Vorbehandlung weitgehend entfernt wurde, im Rahmen des Aufbereitungsprozesses entfernt werden oder vor der Aufbereitung aussortiert wurden. (hier Hinweis auf Lackierungen streichen)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Stärkung des Recyclings z. B. durch Anstreben eines hohen Anteils der stofflichen Verwertung von getrennt erfasstem A I-Altholz war zu prüfen. Möglichst hoher Anteil an stofflicher Verwertung für getrennt erfasstes Altholz der Kategorie A I unterstützt die von der Bundesregierung mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz vorgegebene Kaskadennutzung und sollte angestrebt werden (18)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vorschlag zur Stärkung des Recyclings</li> <li>■ Vorrang der stofflichen Verwertung von getrennt erfasstem A I-Altholz. Die technische Machbarkeit und die wirtschaftliche Zumutbarkeit sind zu berücksichtigen.</li> <li>■ Für A II-Altholz soll ein Gleichrang beider Verwertungsarten beibehalten werden, sofern bei der energetischen Verwertung Anlagen mit einer entsprechenden Energieeffizienz genutzt werden. Die energetische Nutzung von Altholz in Biomassekraftwerken leistet einen wichtigen Beitrag zur Energiewende. Zusätzlich spielen auch regionale Verfügbarkeiten eine Rolle (vgl. Kap. 3.2.1).</li> <li>■ A III-Altholz: Nach Abtrennung von Hölzern mit PVC als halogenorganische Verbindung in der Beschichtung Gleichrang von stofflicher und energetischer Verwertung; ansonsten energetische Verwertung</li> </ul> |

- Betrifft § 2 Nr. 4 a oder § 5 AltholzV und Anhang I Verfahren für die stoffliche Verwertung von Altholz

### 3.2.3 Neue Holzprodukte und deren Auswirkungen auf die Altholzverordnung

Eine weitere Fragestellung im Bereich der neuen Aspekte und Anforderungen bei der Altholzverwertung waren neue Produkte mit Holzanteil und deren Auswirkungen auf die Altholzverwertung.

Nach der derzeit geltenden Verordnung besteht Altholz aus Industrierestholz und Gebrauchtholz (§ 2, Nr. 1 AltholzV), wobei letzteres definiert ist als „gebrauchte Erzeugnisse aus Massivholz, Holzwerkstoffen oder aus Verbundstoffen mit überwiegendem Holzanteil (mehr als 50 Masse-%, § 2 Nr. 3 AltholzV).

Hierzu zählen auch die bisher am Markt etablierten Holzwerkstoffe, die aus industriell gefertigten, zumeist plattenförmigen Materialien aus miteinander verleimten Holzteilen bestehen<sup>188</sup> und sich grundsätzlich wie folgt einteilen lassen:<sup>189</sup>

- ▶ Spanplatten (z. B. Flachpress-, Strangpressplatten, zementgebundene Spanplatten),
- ▶ OSB (Grobspanplatten),
- ▶ Holzfaserplatten (poröse, harte, mittelharte und mitteldichte Faserplatten),
- ▶ Sperrholzplatten (z. B. Furnier-, Stab-, Stäbchensperrholz, Furnierschichtholz).

Dabei sind Spanplatten der mengenmäßig bedeutendste Holzwerkstoff.<sup>190</sup>

Erzeugnisse aus Holzwerkstoffen unterliegen wie Vollholz-Produkte der Altholzverordnung, sobald sich der Besitzer ihrer entledigt, entledigen will oder entledigen muss.

Zusätzlich zu den o. g. klassischen Holzwerkstoffen wurden in den letzten Jahren als Produkte mit Holzanteil sogenannte Holz-Polymer-Verbundstoffe (Wood-Plastic-Composites, WPC) vor allem im Außenbereich eingesetzt.

In Europa werden diese vor allem als Terrassendielen (67%) und in der Autoinnenausstattung (24 %) verwendet. Verkleidungen und Zaunbau haben einen Anteil von 6 %. Alle weiteren Anwendungsgebiete sind mengenmäßig nicht relevant (vgl. Abbildung 17).

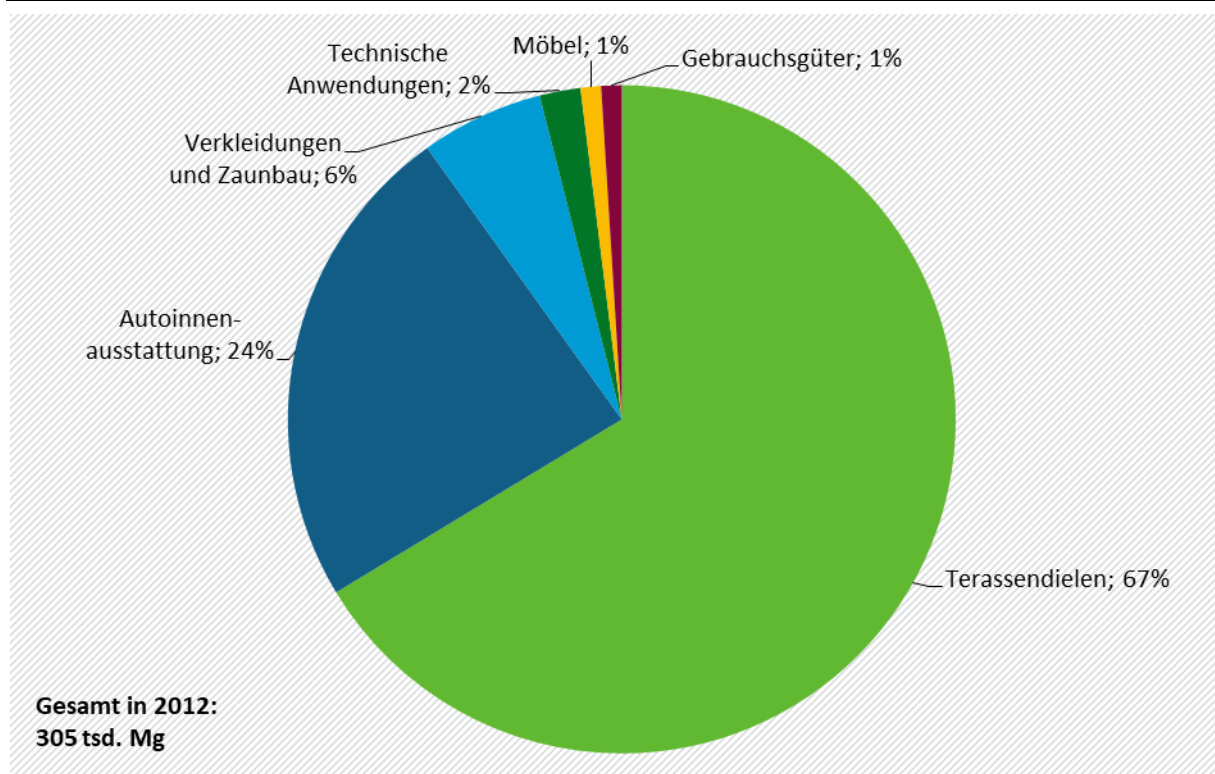
---

<sup>188</sup> VHI (2018a)

<sup>189</sup> Tischler Schreiner Deutschland (2015)

<sup>190</sup> VHI (2018b)

**Abbildung 17: Anwendungsgebiete von Holz-Polymer-Verbundstoffen in Europa im Jahr 2012<sup>191</sup>**



Quelle: nova-institute (2015a)

Im Jahr 2012 wurden in Europa ca. 300.000 Mg Holz-Polymer-Verbundstoffe produziert. Für das Jahr 2020 wird eine jährliche Produktion von 0,8 – 1,2 Mio. Mg/a prognostiziert.

Wachstumsmöglichkeiten werden vor allem für WPC-Granulate für Spritzgussanwendungen für alle Arten von technischen und Konsum-Gütern gesehen. Aber auch für den Baubereich wird eine Verdopplung der jährlich produzierten Mengen erwartet.<sup>192</sup>

Wird die vom statistischen Bundesamt für die Jahre 2010 bis 2015 erhobene Jahresproduktion zugrunde gelegt, so gehen in Deutschland ca. 60.000 Mg/a in den Markt. Die Sortimente befinden sich derzeit überwiegend noch in der Nutzungsphase. Mit einem relevanten Rücklauf zur Entsorgung wird in ca. fünf bis zehn Jahren gerechnet.<sup>193</sup>

Anbieter von WPC-Terrassendielen weisen in ihren Produktinformationen bereits darauf hin, dass diese unter die Altholzverordnung fallen und empfehlen Produktreste über den Sperrmüll oder bei Wertstoffhöfen als Altholz zu entsorgen.<sup>194</sup> Dieses ist nach aktueller AltholzV aber nicht grundsätzlich möglich, sondern von der Zusammensetzung der WPC abhängig. Diese werden aus Holzfasern oder Holzmehlen, Kunststoffen und Additiven hergestellt, wobei die Zusammensetzung in Abhängigkeit des Einsatzbereiches der WPC variiert (vgl. Tabelle 10). Holzanteile können in diesen Werkstoffen zwischen 35 % und 85 % variieren, so dass Teile davon nach aktueller AltholzV unter den Begriff Altholz fallen (WPC mit Holzanteilen > 50 %), andere dagegen nicht (WPC mit Holzanteilen < 50 %). Optisch sind diese unterschiedlichen Holzanteile in den WPC nicht zu unterscheiden, so dass eine Zuordnung nach aktueller AltholzV nicht möglich ist.

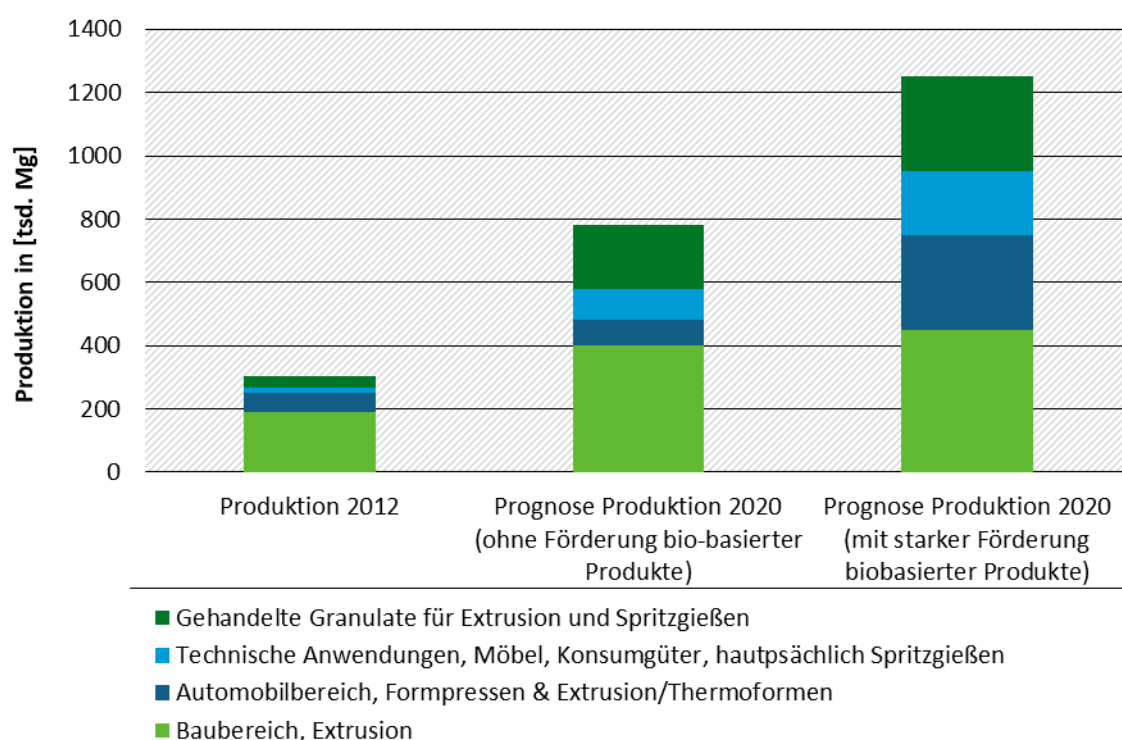
<sup>191</sup> Nova-institute (2015a), eigene Darstellung

<sup>192</sup> Nova-institute (2015a)

<sup>193</sup> Strohmeyer, A. (2019)

<sup>194</sup> Wood Lounge (2018)

**Abbildung 18: Prognose zur Produktion von Holz-Polymer-Verbundstoffen in Europa**<sup>195</sup>



Quelle: nova-institute (2015b)

Betragen die Altholzanteile in den WPC mehr als 50 %, wären diese, in Abhängigkeit der enthaltenen Kunststoffart, unterschiedlichen Altholzkategorien zuzuordnen. PE- und PP-gebundenes WPC wäre der Kategorie A II, PVC-gebundenes WPC der Kategorie A III zuzuordnen. Eine optische Unterscheidung nach Kunststoffart und -anteil ist ebenfalls nicht möglich.

**Tabelle 10: Zusammensetzung von Holz-Polymer-Verbundstoffen**<sup>196 197</sup>

| Material   | Beispiel                                              | Anteil [%] |
|------------|-------------------------------------------------------|------------|
| Naturfaser | Holz                                                  | 30 - 85    |
| Polymere   | PVC, PP, PE                                           | 15 - 70    |
| Additive   | UV-Stabilisatoren/-Adsorbentien, Puffer, Presszusätze | 0,2 - 4    |

Quelle: DIN EN 15534-1 (2018), Nova-institute (2006)

Nach DIN CEN/TS 15534<sup>198</sup>, in der WPC-Verbundstoffe beschrieben werden, sollten diese nicht als eine spezielle Art von Holz betrachtet werden, sondern als eigenständiger Werkstoff mit spezifischen Eigenschaften, welcher bei Aufbau eines getrennten WPC-Recyclingkreislaufs wieder zu WPC recycelt werden kann.<sup>199</sup>

Altholz-WPC-Gemische sind zudem für die Verwertung in der Holzwerkstoffindustrie nicht geeignet. Darüber hinaus sind die Anlagen zur energetischen Verwertung von Altholz nicht auf

<sup>195</sup> Nova-institute (2015b), eigene Darstellung

<sup>196</sup> DIN EN 15534-1 (2018)

<sup>197</sup> Nova-institute (2006)

<sup>198</sup> DIN CEN/TS 15534-2:2007-08

<sup>199</sup> Strohmeyer, A. (2019)

hohe Kunststoffanteile ausgelegt. Nach den o. g. Ausführungen wird empfohlen, WPC bei der Novellierung der Altholzverordnung explizit vom Altholzbegriff auszuschließen.

Neben WPC könnten zukünftig weitere neue „Holzprodukte“ wie z. B. Vinylböden auf HDF-Trägerplatten oder auch Bambusprodukte (z. B. Parkett) im Altholzbereich auftreten. So erhöht sich nach Aussage der Holzändler derzeit der Anteil der Vinylböden im Bodensortiment deutlich.<sup>200</sup> Neben Vollvinyl-Bodenbelägen werden auch Vinylböden auf HDF-Trägerplatten vermarktet.<sup>201</sup>

In Abhängigkeit des Massenanteils der HDF-Trägerplatte könnte somit auch dieses Verbundmaterial zukünftig unter den (aktuellen) Altholzbegriff nach AltholzV (> 50 % Holzanteil, § 2 Nr. 3 AltholzV) fallen. Aufgrund des Vinylanteils würden diese derzeit der Altholzkategorie III zugeordnet und einer energetischen Verwertung zugeführt.

Bambus ist ein weiteres pflanzliches Material, welches im Holzsegment bereits eine Rolle spielt. Bambus zählt zu den Süßgräsern (Poaceae) und ist aufgrund des enthaltenen Lignin- (25 %) und Zellulose-Anteils (70 %) formstabil, witterungsbeständig und besonders widerstandsfähig. Bambus hat somit holzartige Eigenschaften<sup>202</sup> und ist in vielen Eigenschaften mit Harthölzern vergleichbar.<sup>203</sup> Teilweise werden auch Bambus-Polymer-Verbundstoffe (BPC) angeboten. Diese wären über den oben dargestellten Ausschluss von „nichttrennbaren Holz-Polymer-Verbundstoffen“ grundsätzlich mit ausgeschlossen. Inwieweit sich Voll-Bambusprodukte auf dem deutschen Markt durchsetzen und sich dann auf die Altholzaufbereitung und das -recycling auswirken, ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht absehbar.

| Zusammenfassende Hinweise zu neuen Holzprodukten                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Handlungsbedarf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Lösungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Ausschluss von nicht trennbaren und/oder extrudierten Holz-Kunststoff-Verbundstoffen wie z. B. WPC erforderlich, da z. B. Altholz-WPC-Gemische für eine stoffliche Verwertung nicht geeignet sind. Auch für die energetische Verwertung werden technische Probleme erwartet (1).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschlag zum Ausschluss von nicht trennbaren und/oder extrudierten Holz-Kunststoff-Verbunden: Änderung der Definition „Altholz“ in § 2 Begriffsbestimmungen (→ siehe Kap. 3.1.1)</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Es können zukünftig weitere Stoffe im Altholzsegment auftreten, da diese zurzeit für einige Verwendungsbereiche von Holz (z. B. Fußböden) verwendet werden. Bsp. Bambus (19)</li> </ul>                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorschlag: Zukünftige Materialien können nicht per se ausgeschlossen werden; werden aber über den Einschub „nicht trennbar“ und/oder „extrudiert“ miteingefasst.</li> </ul>                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Betrifft AltholzV § 2 Begriffsbestimmungen Nr. 1 bis 3, ggf. Anhang I Verfahren für die stoffliche Verwertung von Altholz, Anhang III Zuordnung gängiger Sortimente im Regelfall.</b></li> </ul>                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                     |

<sup>200</sup> Steinert (2018)

<sup>201</sup> Daedelow shop (2018)

<sup>202</sup> Fussbodenprofis (2018)

<sup>203</sup> Gahle, C.; Brunnert, A. (2008)



### 3.3 Altholzaufbereitung – Stand der Technik und Möglichkeiten der Schadstoffentfrachtung (Workshop III)

Neben dem aktuellen Stand der Technik bei der Altholzaufbereitung werden in diesem Kapitel auch die Möglichkeiten der Schadstoffentfrachtung bei der Altholzaufbereitung und mögliche Auswirkungen auf die Altholzverordnung beleuchtet.

#### 3.3.1 Stand der Technik der Altholzaufbereitung

Die Altholzverordnung definiert in § 2 Nr. 9 die „Altholzbehandlungsanlage“ als Anlage zur stofflichen oder energetischen Verwertung von Altholz sowie Anlagen zur Sortierung oder sonstigen Behandlung von Altholz einschließlich jeweils zugehöriger Lagerung.

Die Technische Regel „Planung, Errichtung und Betrieb von Altholzanlagen“ VDI 4087 definiert die Behandlung von Altholz als „jede qualitative oder quantitative Veränderung von Altholz, z. B. durch Zerkleinern, Klassieren oder Sortieren“. Dabei ist das Ziel dieser Altholzaufbereitung die Herstellung von sortiertem und klassiertem Altholz, das den Qualitätsvorgaben der Verwerter entspricht. Es wird in ortsfeste und mobile Aufbereitungsanlagen unterschieden.<sup>204</sup>

**Tabelle 11: Stufen der Altholzaufbereitungsanlagen**

| Aufbereitungsstufen                   | Altholzaufbereitungsanlage |                            |                                |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
|                                       | Mobil                      | Stationär, einfache Anlage | Stationär, aufwändigere Anlage |
| Vorsortierung (z. B. Bagger)          | X                          | (X)                        | X                              |
| Vorzerkleinerung                      | X                          | X                          | X                              |
| Fe-Abscheidung                        | X                          | X                          | X                              |
| Siebung                               | (X)                        |                            | X                              |
| Manuelle Sortierung                   |                            |                            | X                              |
| Nachzerkleinerung                     | (X)                        | X                          | X                              |
| NE-Abscheidung                        | (X)                        |                            | X                              |
| Leichtstoffabscheidung / Windsichtung | (X)                        |                            | X                              |
| Feinkornabsiebung                     | (X)                        |                            | X                              |
| NIR                                   |                            |                            | (X)                            |

X: eingesetzt (X): teilweise eingesetzt

Quelle: eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

In Abhängigkeit des Anlageninputs sowie der angestrebten Verwertungswege werden unterschiedliche Altholzaufbereitungsaggregate genutzt (vgl. Tabelle 11), die v. a. einer Herabsetzung der Korngrößen, der Beeinflussung der Korngrößenverteilung und der Ausschleusung von Störstoffen dienen.<sup>205</sup>

In einfacheren mobilen oder stationär errichteten Anlagen findet i. W. eine Vorsortierung des Inputs, eine Zerkleinerung und eine Eisenmetallabscheidung statt. Dabei kann die Zerkleinerung

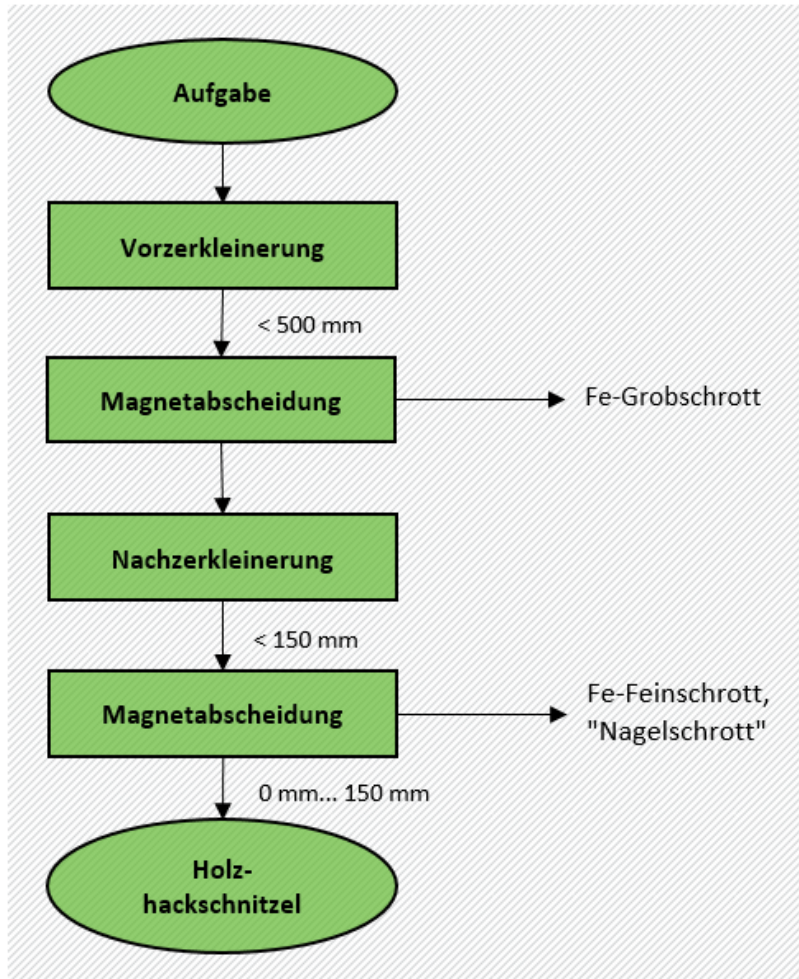
<sup>204</sup> VDI (2016)

<sup>205</sup> VDI (2016)



einstufig oder als Vor- und Nachzerkleinerung ausgelegt sein. Ein Beispiel für eine derartige Anlage ist in Abbildung 19 dargestellt.

**Abbildung 19: Beispiel für eine Holzaufbereitung – einfacheres Verfahren, in Anlehnung an VDI 4087 (2016)<sup>206</sup>**

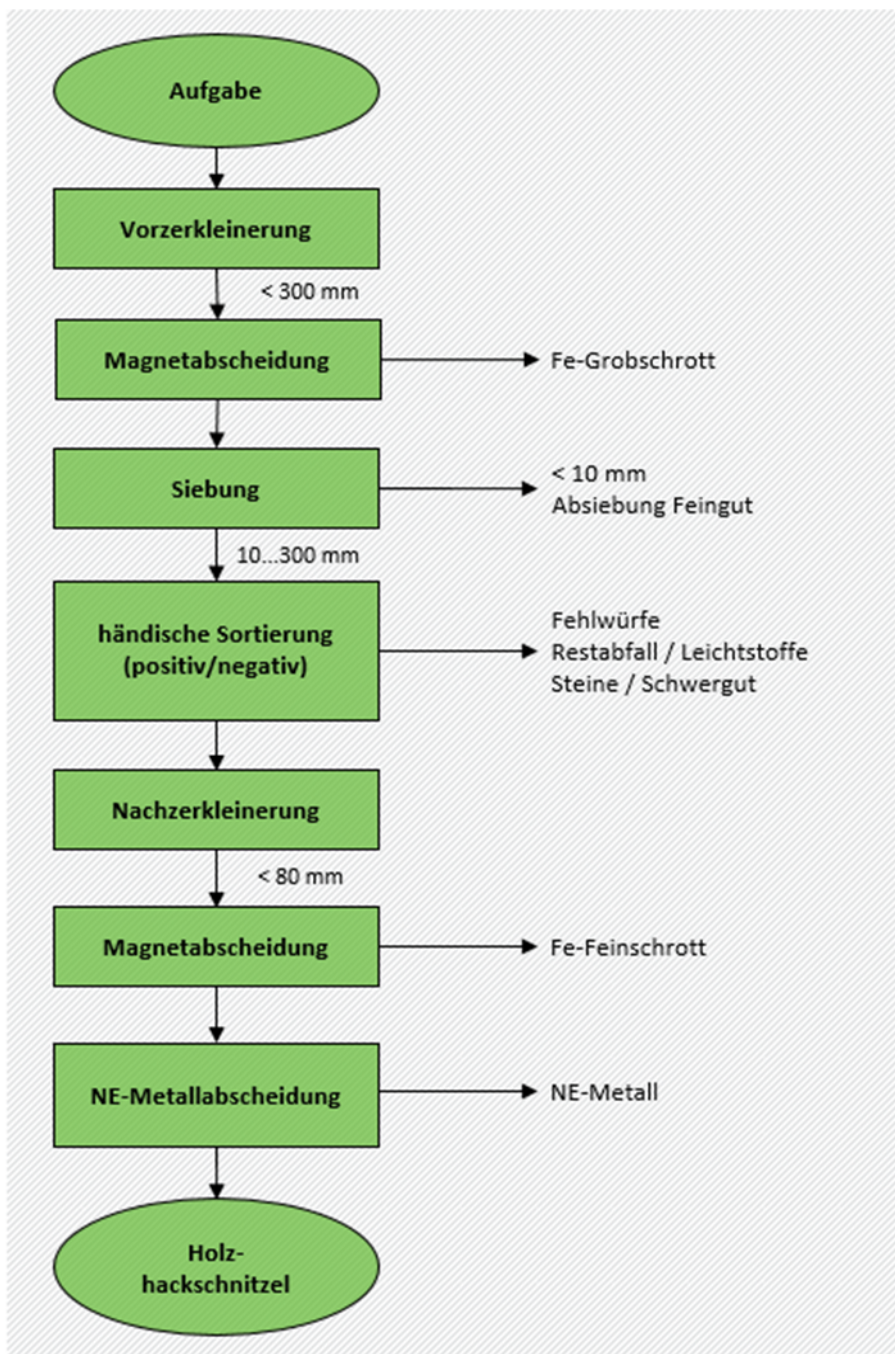


Quelle: VDI (2016), eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

Aufwändiger ausgeführte Anlagen haben darüber hinaus diverse weitere Aufbereitungsstufen installiert, wie z. B. Siebung(en), NE-Abscheidung(en), Leichtstoffabscheidung (vgl. Abbildung 20). Eine Sortierung mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIR), z. B. zur Abtrennung von Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung (PVC), wird zz. nur vereinzelt eingesetzt).

<sup>206</sup> VDI (2016)

**Abbildung 20: Beispiel für eine Holzaufbereitung – aufwändiges Verfahren, in Anlehnung an VDI 4087 (2016)<sup>207</sup>**



Quelle: VDI (2016), eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

In der Altholzverordnung (2002) wird die Ausgestaltung der Altholzaufbereitung nicht spezifiziert. Andere Verordnungen definieren dagegen teilweise Mindestanforderungen an die Aufbereitung. So müssen nach Gewerbeabfallverordnung (2017) mindestens die nachfolgenden Aufbereitungsstufen oder Aggregate zur Vorbehandlung vorhanden sein (§ 6 Abs. 1 GewAbfV)<sup>208</sup>:

<sup>207</sup> VDI (2016)

<sup>208</sup> Bundesregierung (2017a)

- Zerkleinerung,
- Separierung verschiedener Materialien, Korngrößen, Kornformen, Korndichten,
- nach dem Stand der Technik maschinell unterstützte manuelle Sortierung,
- Ausbringung von Eisen und Nichteisenmetallen,
- Ausbringung von Kunststoff, von Holz oder von Papier.

Da Aufbereitungsanlagen mit dem Ziel errichtet werden, die produzierten Outputströme zu verwerten, ist deren technische Ausgestaltung immer über das vorgesehene Inputmaterial, den Verwertungsweg und die hierfür erforderlichen Qualitäten definiert. Bei der Altholzentsorgung variieren sowohl die aufzubereitenden Stoffströme (nach den vier Altholzkategorien), die angesteuerten Verwertungswege (stofflich, energetisch) und deren Qualitätsanforderungen, so dass Mindestanforderungen für diesen Abfallstrom nicht zielführend sind. So kann in einer einfach ausgestalteten Anlage sowohl Altholz der Kategorie A I für eine stoffliche oder energetische Verwertung aufbereitet werden, als auch Altholzgemische der Kategorien A I – A III zur energetischen Verwertung in entsprechenden Feuerungsanlagen gemäß Anhang 1 der 4. BImSchV.

Aus diesen Gründen sollten bei einer Novellierung der AltholzV auch zukünftig die Sortimente sowie die erforderlichen Qualitäten für die Verwertung von Altholz definiert werden, ohne eine spezifische Aufbereitungstechnik vorzugeben. Damit bleibt die Altholzaufbereitung auch für technische Weiterentwicklungen offen. Soll der aktuelle Stand der Technik bei der Altholzaufbereitung be- und /oder fortgeschrieben werden, wären eher Regelwerke wie z. B. VDI-Richtlinien geeignet. Diese können den Akteuren als „Leitfaden“ für eine zielgerichtete Aufbereitung nach dem Stand der jeweiligen Technik dienen.

### 3.3.2 Möglichkeiten der Schadstoffentfrachtung bei der Altholzaufbereitung

In Abhängigkeit der Verwendung der Holzprodukte können Althölzer verschiedene holzfremde Inhaltsstoffe aufweisen,<sup>209</sup> die sich auf die Altholzqualität und die Art der Verwertung auswirken können, i. W.:

- Farben und Lacke,
- Beschichtungen mit und ohne halogenorganische Bestandteile,
- Holzschutzmittel.

Zur Entfrachtung des Altholzes von diesen Stoffen sieht die aktuelle Altholzverordnung verschiedene Maßnahmen vor, die i. W. bereits vor dessen Aufbereitung ansetzen:

- Getrennthaltung von Altholz (§ 10)  
(nach Altholzkategorien sowie PCB-Altholz, kyanisiertes oder mit Teeröl behandeltes Altholz),
- Sortierung des Altholzes (§ 5 Abs. 1 Nr. 1)  
(nach Altholzkategorien),
- Abtrennung von Störstoffen und PCB-Hölzern (§ 5 Abs. 1 und § 5 Abs. 1 Nr. 1),
- Entfernung von Lackierungen und Beschichtungen (Anhang I zu § 3 Abs. 1).

Zur Entfrachtung in der Aufbereitungsanlage kann in Abhängigkeit des Schadstoffes eine Absiebung des Feinkorns am Ende des Aufbereitungsprozesses beitragen. Dabei ist die Effektivität der Abtrennleistung grundsätzlich abhängig von der aufbereiteten Holzkategorie, der Feuchte und der Art des „Schadstoffs“. So können Hölzer der Kategorie A II z. B. oberflächlich mit Farben und

<sup>209</sup> Nach VDI (2016), Schrägle, R. (2015), IPA (2019), Behörde für Umwelt und Gesundheit (2002), Hettler, W. (2019)



Lacken behandelt sein. Diese sind im Vergleich zum darunterliegenden Holz oft spröder, was zu einem Abplatzen von kleinen Farb- und Lackpartikeln im Aufbereitungsprozess und, bei Einsatz einer Feinkornabsiebung, zu einer Anreicherung in der Feinfraktion führen kann. Holzschutzmittel können dagegen auch in tiefergehenden Schichten enthalten sein (z. B. Druckimprägnierung). In diesem Fall ist eine Abtrennung mittels Feinkornabsiebung wenig(er) effizient. Teilweise wird in Altholzbehandlungsanlagen bereits eine Feinkornabsiebung eingesetzt. Diese dient aber überwiegend zur spezifischen Konfektionierung der bei einzelnen Verwertern geforderten Korngrößenverteilung.

Im Rahmen des Projektes „Erstellung einer wissenschaftlichen Empfehlung zur prozessbegleitenden Probenahme und Analytik von Altholz“<sup>210</sup> wurden u. a. Untersuchungen zur Auswirkung einer Feinkornabsiebung (hier 10 mm) durchgeführt, wobei die untersuchten Altholzhackschnitzel überwiegend eher geringe Schwermetallgehalte aufwiesen. Die Entfrachtungen durch die Feinkornabsiebung variierten parameter- und materialspezifisch. Insgesamt zeigten die Siebungen die Tendenz zur Anreicherung der Schwermetalle im Feinkorn; diese führte bei den hier untersuchten Altholzqualitäten nur zu geringen Qualitätsverbesserungen.

In Abhängigkeit der Korngröße der produzierten Altholzhackschnitzel könnten andere Siebschnitte ggf. zu besseren Ergebnissen führen. Dieses sowie die Höhe der Entfrachtung für Altholzhackschnitzel mit höheren Schwermetallgehalten wären im Rahmen weiterer Untersuchungen an entsprechenden Altholzhackschnitzelqualitäten zu erheben.

Eine generelle Empfehlung für eine Feinkornabsiebung bzw. eine gesetzlich verankerte Mindestanforderung für Altholzaufbereitungsanlagen lässt sich aus den vorliegenden Ergebnissen nicht ableiten. Zielführender ist es stattdessen in einer novellierten AltholzV auch weiterhin die Anforderungen an Qualitäten für die Verwertung zu definieren.

Für eine weitergehende Störstoffentfrachtung bei der Aufbereitung setzen einige wenige größere Altholzaufbereitungsanlagenbetreiber darüber hinaus die Sortierung mit Nahinfrarot-Spektroskopie zur Abtrennung von PVC und weiteren Kunststoffen ein (vgl. Kapitel 3.1.3 ).

| Zusammenfassende Hinweise zur Altholzaufbereitung und Schadstoffentfrachtung                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Handlungsbedarf                                                                                                       | Lösungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mindestanforderungen an die Aufbereitungstechnik waren zu prüfen.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mindestanforderungen an die Aufbereitungstechnik sind für die Altholzaufbereitung nicht zielführend, da unterschiedliche Altholzinputströme angepasste Aufbereitungstechnik vor dem Hintergrund des angestrebten Verwertungsweges erfordern. Die AltholzV sollte daher weiterhin Qualitäten für die Verwertungen definieren, ohne die dafür notwendige Technik vorzugeben.</li> <li>■ Kein Lösungsvorschlag erforderlich</li> </ul> |

■ Kein Handlungsbedarf

### 3.4 Qualitätssicherung bei der Altholzaufbereitung und –verwertung (Workshop IV)

Im Rahmen dieses Kapitels werden die Anforderungen der AltholzV an die stoffliche und energetische Verwertung sowie die damit verbundenen Vorgaben zur Probenahme, -aufbereitung und -analyse beschrieben und vor dem Hintergrund aktualisierter und neuer Normen und Regelwerke bewertet.

<sup>210</sup> Flamme, S. et al. (2019)

### 3.4.1 Anforderungen an die stoffliche Verwertung

Für eine schadlose stoffliche Verwertung von Altholz sind die in Anhang I der AltholzV genannten Verfahren einsetzbar. Dabei werden den Verwertungsverfahren die verschiedenen Altholzkategorien zugeordnet. Für die Verwertung in der Holzwerkstoffindustrie müssen die hergestellten Holzhackschnitzel und -späne darüber hinaus die in Anhang II der AltholzV genannten Grenzwerte einhalten.

**Tabelle 12: Grenzwerte der AltholzV für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur Herstellung von Holzwerkstoffen (Anhang I AltholzV)**

| Element/Verbindung       | Konzentration<br>[mg/kg TM] |
|--------------------------|-----------------------------|
| Arsen                    | 2                           |
| Blei                     | 30                          |
| Cadmium                  | 2                           |
| Chrom                    | 30                          |
| Kupfer                   | 20                          |
| Quecksilber              | 0,4                         |
| Chlor                    | 600                         |
| Fluor                    | 100                         |
| Pentachlorphenol         | 3                           |
| Polychlorierte Biphenyle | 5                           |

Quelle: Bundesregierung (2002a)

Diese Grenzwerte sind eingehalten, wenn der gleitende Durchschnitt der letzten vier Analysen den Grenzwert und die Einzelwerte den jeweiligen Grenzwert um nicht mehr als 25 % überschreiten (§ 3 Abs. 1 AltholzV). Für die Überprüfung sind Chargen von jeweils maximal 500 Tonnen zu beproben. Die entnommenen Proben sind einer Prüfung auf Färbung zur Feststellung von Teerölen (§ 6 Abs. 2 AltholzV) sowie der Analyse auf die oben dargestellten Parameter zu unterziehen. Ausgenommen sind Quecksilber und polychlorierte Biphenyle, die vierteljährlich im Rahmen einer Fremdüberwachung zu untersuchen sind (§ 6 Abs. 6 AltholzV).

Die Prüfung der Einhaltung der Grenzwerte findet im Rahmen einer Eigenüberwachung (§ 6 Abs. 2 AltholzV) und einer Fremdüberwachung (§ 6 Abs. 6 AltholzV) statt. Die Probenahme zur Prüfung der Einhaltung der Grenzwerte ist von Personen durchzuführen, die über die für die Durchführung der Probenahme erforderliche Fachkunde verfügen (Anhang IV, AltholzV). Diese ist in der AltholzV bislang jedoch nicht ausreichend konkretisiert (vgl. Kap. 3.1.3). Für die Fremdüberwachung hat der Betreiber der Altholzbehandlungsanlage die Prüfung und Untersuchung einer Charge durch eine von der zuständigen obersten Landesbehörde oder der nach Landesrecht zuständigen Behörde bekannt gegebenen Stelle durchführen zu lassen. Ergeben die Prüfung und Untersuchung eine Belastung mit Teerölen oder eine Überschreitung der Grenzwerte nach Anhang II, so hat er hierüber unverzüglich die zuständige Behörde zu unterrichten.

### 3.4.1.1 Grundsätze analytischer Betrachtungen

Für analytische Betrachtungen wird die gerätetechnische Ermittlung des Messergebnisses häufig als der wichtigste bzw. einzige Analysenschritt gesehen.<sup>211</sup> Die Bestimmung von Inhaltsstoffen in Abfällen setzt sich jedoch aus mehreren Einzelschritten zusammen, so dass ein angepasstes Konzept erforderlich ist, welches alle Teilschritte berücksichtigt:

- ▶ Probenahme,
- ▶ Probenvorbereitung,
- ▶ Durchführung der Analytik,
- ▶ Analysenbewertung.

### 3.4.1.2 Grundsätze für die Probenahme

Die Probenahme ist ein integraler Bestandteil physikalischer, chemischer und biologischer Untersuchungen und bestimmt maßgeblich die Qualität der Ergebnisse mit. Bei der Abfallprobenahme ist eine detailliert festgelegte, alle Prüfgüter umfassende Vorgehensweise nicht möglich, so dass hierfür ein pragmatischer, abfallbezogener Ansatz unter Einbeziehung aller Vorinformationen gefunden werden muss. Für die Probenahme ist es somit von grundlegender Bedeutung, dass entnommene Proben die zu beurteilenden Eigenschaften des Prüfgutes widerspiegeln, und somit als „repräsentativ“ für die Grundmenge gelten können. Während die Forderung nach „Repräsentativität“ bei einer einzelnen Feststoffkomponente sowie bei gasförmigen und flüssigen Phasen relativ gut zu erfüllen ist, ist dieses bei festen Abfällen mit steigender Heterogenität und Inhomogenität deutlich schwieriger.<sup>212</sup>

Für das Vorgehen bei der Probenahme fester / stückiger Materialien haben sich in den letzten Jahren diverse Normen und Richtlinien etabliert, die im Folgenden im Vergleich zur aktuellen Altholzverordnung dargestellt sind (vgl. Tabelle 13).

Der Vergleich der verschiedenen Aspekte zur Probenahme zeigt, dass

- ▶ die prozessbegleitende Beprobung aus dem Fallstrom den gängigen Normen und Regelwerken zur Beprobung entspricht. Sie sollte in einer novellierten Altholzverordnung beibehalten und auch für die Beprobung im Rahmen einer Fremdüberwachung (vgl. § 6 Abs. (6) Alt-holzV) vorgegeben und im Probenahmekonzept konkretisiert werden.
- ▶ der Chargenumfang (500 Mg) der Altholzverordnung im Vergleich zu weiteren aktuellen Regelwerken zur Probenahme eher gering ist, aber zunächst grundsätzlich beibehalten werden kann. Für Aufbereitungsanlagen mit sehr geringen und sehr großen Durchsätzen wären aber zukünftig entsprechende Modifikationen sinnvoll. Bei Anlagen mit sehr großen Durchsätzen sollte geprüft werden, ob der Chargenumfang, auch vor dem Hintergrund der Analysenkosten, vergrößert werden könnte. Dieses könnte z. B. nach einem Nachweis der sicheren Einhaltung der Grenzwerte (bezogen auf die 500 Mg-Charge) über eine festgelegte Gesamtmasse und mit der Führung eines Qualitätssiegels erfolgen. Anlagen mit sehr geringen Durchsätzen hingegen sollten z. B. jeden Monat eine Untersuchung durchführen, wobei die maximale Charge die 500 Mg nicht überschreiten soll.
- ▶ die Anzahl der Einzelproben der Altholzverordnung mit 50 sehr groß ist. Gerade für Anlagen mit sehr hohen Durchsätzen bedeutet dieses, dass eine Probenahme teilweise mehrmals pro Stunde erfolgen muss. Eine Reduktion der Anzahl der Einzelproben z. B. auf 25 bei gleichzeitiger Erhöhung des Einzelprobenvolumens (s. u.) wäre zielführender und mit der DIN EN 15442 kompatibel. Mit einem automatischen Probenehmer kann gleichzeitig eine Erleichterung im Betriebsablauf als auch eine unbeeinflussbare Probenahme erreicht werden, so dass

<sup>211</sup> Sansoni, B. (1986)

<sup>212</sup> LAGA (2001)



eine automatische Probenahme in einer novellierten Altholzverordnung als bevorzugtes Probenahmesystem festgelegt werden sollte.

- das Volumen der Einzelprobe in der aktuellen Altholzverordnung nicht Korngrößenabhängig, sondern pauschal mit 2 Litern festgelegt ist. Altholzhackschnitzel liegen mit Korngrößen zwischen 60 und 150 mm (tlw. noch größer) als heterogene Materialien vor. Zu geringe Einzelprobenvolumina führen dazu, dass die Einzelprobe das zu untersuchende Material nicht ausreichend repräsentiert. Die Vorgaben zur Probenahme in einer novellierten Altholzverordnung sollten daher Korngrößenabhängige Probenvolumina sowohl für die Einzel- und Mischproben als auch für die Laborproben enthalten, um eine weitgehend repräsentative Probenahme zu gewährleisten. Eine ähnliche Herangehensweise ist bereits in verschiedenen Regelwerken wie der LAGA PN 98 oder der DIN EN 15442 sowie RAL-GZ 724 beschrieben (vgl. Tabelle 14).

Grundsätzlich ist somit eine geeignete automatisierte Probenahme zu bevorzugen. Diese minimiert den personellen Aufwand für die Probenahme in den Aufbereitungsanlagen und gewährleistet eine regelmäßige unabhängige Entnahme von Einzelproben. Nach der Installation einer automatisierten Probenahme ist deren Repräsentativität einmalig durch vergleichende Untersuchungen von Korngrößen und Schüttdichte der automatisch entnommenen Proben mit manuell prozessbegleitend entnommenen Proben nachzuweisen. Das Ergebnis soll im Betriebstagebuch dokumentiert werden.

**Tabelle 13: Vorgaben verschiedener Regelwerke zur Probenahme**

| Systematik                               | AltholzV (2002) <sup>213</sup>                              | LAGA PN 98 <sup>214</sup>              | DIN EN 15442 „Feste Sekundär-brennstoffe“ <sup>215</sup>           | DIN EN ISO 18135 „Biogene Festbrennstoffe“ <sup>216</sup> | RecyclingholzV Österreich <sup>217</sup>   | RAL GZ 724 (BGS): „Sekundär-brennstoffe“ <sup>218</sup>        |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Anwendungsbe-<br>reich                   | stoffliche / energie-<br>tische Verwer-<br>tung von Altholz | feste / stich-<br>feste Abfälle        | energetische Verwertung<br>verschiedener Abfälle,<br>u. a. Altholz | energetische Verwertung<br>z. B. naturbelassenes Holz     | stoffliche Verwertung von<br>Altholz       | energetische Verwertung<br>von Sekundär-brennstoffen bis 50 mm |
| Chargenumfang                            | Fallstrom<br>500 Mg                                         | Haufwerk /<br>Fallstrom                | max. 1.500<br>Mg                                                   | max. 2.500<br>Mg                                          | produzierte Menge / Monat<br>oder 1.500 Mg | 500 – 1.500<br>Mg                                              |
| Anzahl Einzelproben /<br>Probenintervall | 50 EP<br>(alle 10<br>Mg)                                    | abhängig<br>von Chargengröße           | 24 EP                                                              | abhängig<br>u.a. von der Varianz der<br>EP                | gleichmäßig<br>über den Tag verteilt       | 25 EP/Charge,<br>alle 20 - 40<br>Mg;                           |
| Einzelprobe (EP)                         | 2 Liter /<br>20 kg                                          | Korngrößenabhängig,<br>mind. 0,5 Liter | Korngrößen- und schüttdichteabhängig                               | Korngrößenabhängig,<br>mind. 0,5 Liter                    | nach DIN EN 15442                          | 5 Liter                                                        |

<sup>213</sup> Bundesregierung (2002a)

<sup>214</sup> LAGA (2001)

<sup>215</sup> DIN EN 15442 (2011)

<sup>216</sup> DIN EN ISO 18135:2017

<sup>217</sup> Bundesregierung Österreich (2018)

<sup>218</sup> RAL (2012)

| Systematik      | AltholzV (2002) <sup>213</sup> | LAGA PN 98 <sup>214</sup>   | DIN EN 15442 „Feste Sekundär-brennstoffe“ <sup>215</sup> | DIN EN ISO 18135 „Biogene Festbrennstoffe“ <sup>216</sup> | RecyclingholzV Österreich <sup>217</sup>  | RAL GZ 724 (BGS): „Sekundär-brennstoffe“ <sup>218</sup> |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Mischprobe (MP) | alle EP einer Charge           |                             | aus 24 EP                                                |                                                           | Tages-MP nach DIN EN 15442 (≥ 3 EP)       | aus 25 EP                                               |
| Bemerkung       |                                | wird in DIN 19698 überführt | Anwendung auf Hölzer AII - AIV                           | anwendbar auf Al-Hölzer                                   | gilt für Mischung aus Alt- und Frischholz |                                                         |

Quelle: Bundesregierung (2002a), LAGA (2001), DIN EN 15442 (2011), DIN EN ISO 18135:2017, Bundesregierung Österreich (2018), RAL (2012)

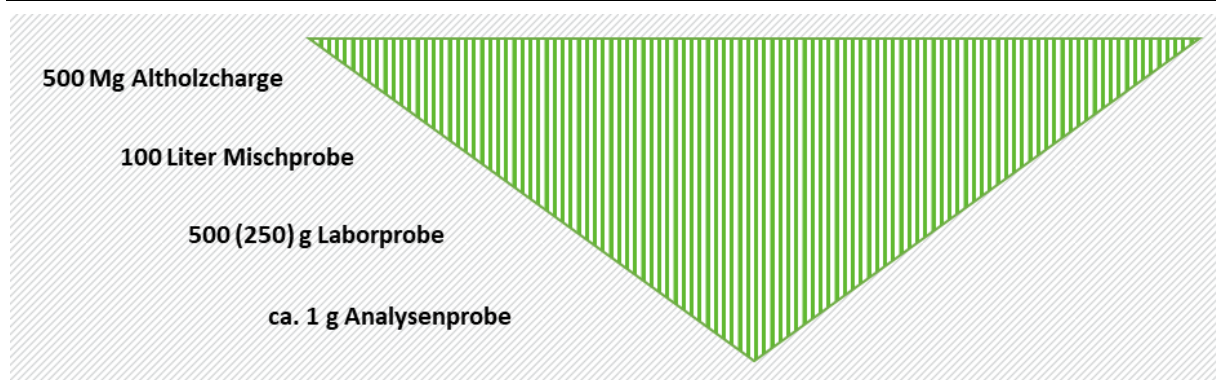
Ist eine automatisierte Probenahme nicht möglich, so kann eine manuelle Probenahme erfolgen. Als Probenahmegefäß empfiehlt die aktuelle Altholzverordnung ein „Gefäß mit Stiel“ (Anhang IV AltholzV). Dieses ist im Vergleich zu den neueren Normen und Regelwerken zur Probenahme nicht ausreichend konkret, da bei einer Probenahme aus dem Fallstrom das Probenahmegefäß so gestaltet sein muss, dass die gesamte Breite des Abwurfbandes erreicht wird. Dieses wird über eine entsprechende Probenahmegefäßgeometrie gewährleistet, die bei einer Novellierung der Altholzverordnung festgelegt werden sollte.

Die oben dargestellten Anpassungsvorschläge zeigen darüber hinaus, dass anlagenspezifische Probenahmekonzepte, die den jeweiligen Durchsatz und die Korngröße der produzierten Holzhackschnitzel berücksichtigen, erforderlich sind.

### 3.4.1.3 Grundsätze für die Probenvorbereitung

Mit der Probenvorbereitung soll erreicht werden, dass die Labor- und Analysenprobe in ihrer Zusammensetzung der 500 Mg-Charge weitgehend entspricht (vgl. Abbildung 21).

**Abbildung 21: Herausforderung bei der Probenvorbereitung nach AltholzV**



Quelle: Bundesregierung (2002a), eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

Dabei ist der Umfang der Analysenprobe durch die Analyseverfahren mit einigen 100 Milligramm bis zu wenigen Gramm vorgegeben. Auch dieses verdeutlicht, dass eine detaillierte Festlegung der Vorgehensweise bei der Probenvorbereitung notwendig ist.

Generell ist zwischen der Herstellung der Laborprobe und der Analysenprobe zu unterscheiden. Beide Vorgehensweisen sind im Folgenden dargestellt und werden bewertet.

### ► Herstellung der Laborprobe

Nach AltholzV soll die gewonnene Mischprobe zur Probenreduktion durch wiederholtes Umsetzen auf einer glatten Unterlage homogenisiert und durch geeignete Probenteiler oder durch Aufkegeln und Vierteln bis zu einer Laborprobe von 500 g reduziert werden (Anhang IV Nr. 1.2). Dieses grundsätzliche Vorgehen entspricht den aktuellen Vorgaben zur Probenahme und -vorbereitung und sollte zukünftig beibehalten, aber weiter konkretisiert werden. Das Volumen der Laborprobe (zz. 500 g) ist für die hier betrachteten heterogenen Materialien zu gering und sollte in Abhängigkeit der Korngröße auf mindestens 10 Liter oder mehr angepasst werden.

Darüber hinaus sind die Vorgaben zur Probenhomogenisierung und -verjüngung in der novellierten AltholzV an die DIN EN 15442/15443 sowie die DIN 51701-3:2006-09 zur Durchführung der Probenvorbereitung bei der Prüfung fester Brennstoffe zu aktualisieren und zu erweitern.

### ► Herstellung der Analysenprobe

Zur Herstellung der Analysenprobe soll das Material nach AltholzV lufttrocken sein. Feuchtes Material ist an einem gut belüfteten Platz oder in einem Labortrockenschrank (Trocknungstemperatur max. 40 °C) zu trocknen. Die Laborprobe soll mit einer geeigneten Mühle (Kreuzschlag oder Schneidmühle) gegebenenfalls unter Kühlung mit flüssigem Stickstoff bis zu einer Korngröße von < 2 mm gemahlen werden (Anhang IV Nr. 1.2 AltholzV).

Die Trocknung des Materials vor der Zerkleinerung bei max. 40 °C sollte beibehalten werden.

Die Probenzerkleinerung mittels Schneidmühle und eine eventuelle Kühlung entspricht der gängigen Praxis. Die Korngröße von < 2 mm kann als Mindestanforderung beibehalten werden. Sofern Analysenvorschriften Korngrößen von < 1 mm erfordern, halten auch diese die Mindestanforderung ein.

Da eine Zerkleinerung auf < 2 mm nicht in einem Aufbereitungsschritt möglich ist, wird vorge schlagen, in einer novellierten AltholzV festzulegen, welcher Anteil der Laborprobe in welchen Teilschritten gemahlen werden soll und wie mit Fremdstoffen, die den nachfolgenden Zerkleinerungsprozess stören (z. B. Metalle oder mineralische Bestandteile), umzugehen ist. Für letztere ist eine qualitative und quantitative Erfassung sowie die Berücksichtigung bei der Analysenbewertung festzulegen. Vorschläge zur Vorgehensweise sind in Anhang K zusammengefasst.

Für die Herstellung der Analysenprobe wird in der DIN EN 15443 z. B. eine Grobzerkleinerung auf < 30 mm und eine anschließende gestufte Zerkleinerung bis < 1 mm vorgegeben.<sup>219</sup> Eine ähnliche Vorgehensweise sollte auch bei der Novellierung der Altholzverordnung berücksichtigt werden (vgl. Anhang **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

#### 3.4.1.4 Analytik

Für die durchzuführende Analytik werden in Anhang IV Nr. 1.4 AltholzV Normen und Bestimmungsmethoden vorgegeben, die jedoch teilweise veraltet sind oder zurückgezogen wurden (vgl. Kapitel 2.1.11) und durch aktuelle Normen ersetzt werden müssen. Hierbei sollten darüber hinaus die DIN EN für „Sekundärbrennstoffe“ berücksichtigt werden, deren Anwendungsbereich sich ebenfalls auf Altholz erstreckt. Im Rahmen der österreichischen RecyclingholzV wurden diese Normen bereits in einer Verordnung festgeschrieben.

Die Analysen sollen nach Anhang IV Nr. 2 AltholzV als Doppelbestimmung durchgeführt werden. Anschließend sind beide Ergebnisse und der daraus ermittelte arithmetische Mittelwert anzugeben. Dabei ist die Mittelwertbildung nur zulässig, wenn die methodenübliche Wiederholbarkeit

<sup>219</sup> DIN EN 15443, S. 25

nicht überschritten wird. Ansonsten sind eine Plausibilitätsprüfung und eine dritte Messung erforderlich. Wenn bei einer erhöhten Differenz zwischen den beiden Bestimmungen keine eindeutige Ursache ermittelt werden kann, ist eine dritte Bestimmung durchzuführen und der Median der drei Messungen zu bilden. Die Durchführung von Doppelbestimmungen ist praxisgerecht.

Die Metalle werden in der Altholzprobe nach einem Königswasseraufschluss bestimmt. Dieser erfolgt nach DIN EN 13657 2003-01- „Charakterisierung von Abfällen – Aufschluss zur anschließenden Bestimmung des königswasserlöslichen Anteils an Elementen in Abfällen“. Für den Aufschluss sind hier drei verschiedene Methoden beschrieben, die sich v. a. in Bezug auf die Proben- einwaage unterscheiden. Bei der Novellierung der AltholzV sollte der Königswasseraufschluss weitergehend konkretisiert werden (vgl. Anhang **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

### ► Qualitätssicherung in den Laboren

Nach Anhang IV Nr. 3 der AltholzV sind die Untersuchungsstellen verpflichtet, ihre Analysenergebnisse über eine interne und externe Qualitätssicherung nach DIN EN ISO/IEC 17025 abzusichern (z. B. Qualitätsregelkarten, Teilnahme an Ringversuchen...).

Als Grundlage für die Aktualisierung der Analyseverfahren, die Angabe der Berechnung der Ergebnisse sowie die Konkretisierung der Qualitätssicherung bei den Laboratorien kann das LAGA-Fachmodul Abfall zur Verwaltungsvereinbarung der Länder über den Kompetenznachweis und die Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen im gesetzlich geregelten Umweltbereich<sup>220</sup> herangezogen werden. In diesem Fachmodul wird die Anerkennung von Untersuchungsstellen sowie die Anforderungen zur Ermittlung und regelmäßigen Kontrolle der fachlichen Kompetenzen dieser Mess- und Prüfstellen im Rahmen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) und der in diesem Zusammenhang erlassenen Verordnungen, u. a. der Altholzverordnung (AltholzV) geregelt. Das Fachmodul definiert die Anforderungen an die erforderliche Fachkunde, Unabhängigkeit, Zuverlässigkeit und gerätetechnische Ausstattung einer Untersuchungsstelle, so dass für die Festlegung der Eignung von Laboratorien auf diese Vorgaben verwiesen werden kann. Insgesamt werden mit dem Fachmodul nachfolgende Aspekte konkretisiert:

- Zulassung von Untersuchungsstellen (Teil I),
- Anforderungen zur Ermittlung und regelmäßigen Kontrolle der fachlichen Kompetenz von Untersuchungsstellen (Mess- und Prüfstellen, Teil II),
- Untersuchungsbereich 6 enthält die Anforderungen für Altholz (Teil III, vgl. Anhang C).

Nach dem LAGA Fachmodul Abfall erfolgreich notifizierte Labore und Prüfstellen werden z. B. in das Recherchesystem „ReSyMeSa“ aufgenommen. Die Notifizierung erfolgt durch die jeweils zuständige Landesbehörde und gilt dann bundesweit. Sie sollte auf eine Dauer von maximal fünf Jahren befristet werden, um sicherzustellen, dass die Voraussetzungen für eine Notifizierung weiterhin erfüllt sind.<sup>221</sup>

### ► Qualitätsprüfung in Eigen- und Fremdüberwachung

Nach Altholzverordnung ist die Probenahme im Rahmen der Eigenüberwachung und der Fremdüberwachung zu unterscheiden. Für die **Eigenüberwachung** (§ 6 Abs. 2 AltholzV) werden Chargen von nicht mehr als 500 Mg beprobt, die die Grenzwerte nach Anhang II der Altholzverordnung (ohne Quecksilber und PCB) einhalten müssen.

<sup>220</sup> LAGA (2018)

<sup>221</sup> LAGA (2018)

Vierteljährlich erfolgt darüber hinaus eine Prüfung und Untersuchung einer Materialcharge durch eine von der zuständigen obersten Landesbehörde oder nach Landesrecht zuständigen Behörde bekannt gegebene Stelle (§ 6 Abs. 6 AltholzV). Die Prüfung und Untersuchung hat nach § 6 Abs. 2 zu erfolgen. Demnach ist auch für die **Fremdüberwachung** eine Beprobung aus der laufenden Produktion durchzuführen. Die entsprechende Vorgehensweise sollte in einer novellierten AltholzV konkreter dargestellt werden.

Die Qualitätsprüfung, bestehend aus Eigen- und Fremdüberwachung, hat sich in der Praxis bewährt. Für die Fremdüberwachung ist die Vorgehensweise bei der Probenahme jedoch genauer zu definieren.

Die Prüfung der Aufzeichnungen der Eigenüberwachung (§ 6 Abs. 6 AltholzV) durch das fremdüberwachende Labor ist kritisch zu sehen, da diese für die Überwachungstätigkeit nicht fachkundig sind. Hier wäre eine jährliche Prüfung durch einen Umwelt- oder EfB-Gutachter, z. B. in Verbindung mit dem EfB-Audit oder vergleichbarer Begehungen, geeigneter. Dieses Konzept wird z. B. bei der Gütesicherung für Sekundärbrennstoffe nach dem RAL-GZ 724 umgesetzt und hat sich dort in Verbindung mit einer vorgegebenen Prüfliste für den Gutachter in der Praxis bewährt.

### 3.4.2 Grundsätze der Bewertung von Analysendaten

Gemäß § 3 Abs. 1 AltholzV gelten die Grenzwerte für die stoffliche Verwertung als eingehalten, wenn das arithmetische Mittel aus den letzten vier aufeinanderfolgenden Analysen diese nicht überschreiten und kein Analysewert den zugehörigen Grenzwert um mehr als 25 % überschreitet (vgl. § 3 Abs. 1 AltholzV).

Einzelwertbetrachtungen sind für den hier vorliegenden Stoffstrom jedoch nicht geeignet (vgl. Kap. 3.4.1.2) und sollten in einer novellierten AltholzV entfallen.

Eine gleitende statistische Beurteilung über ein Datenkollektiv ist bei heterogenen Materialströmen zur Beschreibung der Qualität besser geeignet, da dabei nicht Einzelwerte, sondern kontinuierlich mehrere Analysendaten herangezogen werden. Damit werden die Unsicherheiten aus der Probenahme, der Probenaufbereitung sowie der Analytik berücksichtigt.

Die Beurteilung des gleitenden Durchschnitts als arithmetischer Mittelwert (gemäß § 3 Abs. 1 AltholzV) setzt eine Normalverteilung der Analysenwerte voraus.

Abfallanalysen sind aber überwiegend asymmetrisch linkssteil (lognormal) verteilt,<sup>222</sup> was auch für die Parameter der Altholzverordnung für Altholzhackschnitzel zur stofflichen Verwertung bestätigt werden konnte.<sup>223</sup> Hier ist der Median als verteilungsunabhängiger Lageparameter vorzuziehen. Der Median ist robust gegenüber Ausreißern und unbeeinflusst von wenigen rechtsliegenden Werten (vgl. Abbildung 22). Bei Vorliegen einer Normalverteilung entspricht er dem arithmetischen Mittelwert.

Bei der Bewertung von Analysen mit dem Lageparameter „Median“ ist auch die Angabe einer oberen Grenze erforderlich, z. B. durch die zusätzliche Festlegung des 80. Perzentils (entspricht z. B. der „Vier-von-fünf-Regel“ der Abwasserverordnung<sup>224</sup> (§ 6 Abs. 1) erforderlich. Dies bedeutet, dass vier von fünf (bzw. acht von zehn) Analysewerten den oberen Grenzwert einhalten müssen. So wie der Median ist auch das Perzentil verteilungsunabhängig. Diese statistischen

<sup>222</sup> Uerkvitz, R.; Goetz, D. (1997)

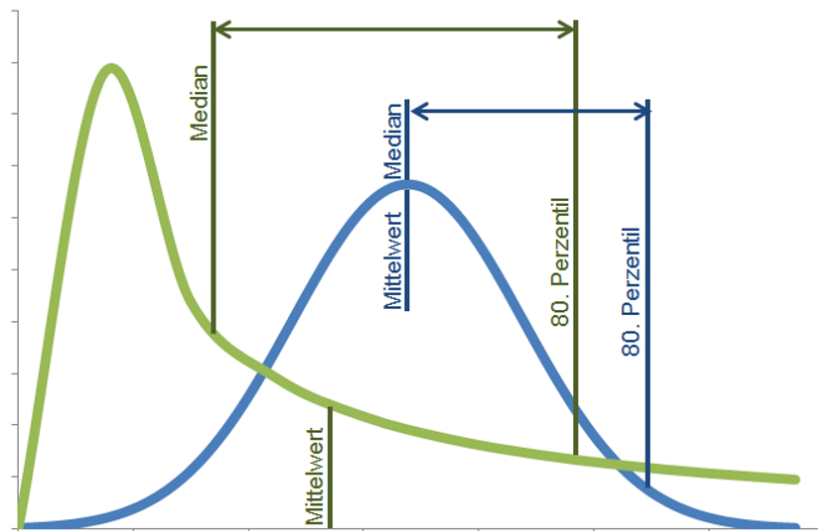
<sup>223</sup> Flamme, S. et al. (2019)

<sup>224</sup> Bundesregierung (2018b)



Kenngrößen können aber nur auf Grundlage von mindestens zehn Analysenwerten seriös abgeleitet werden, so dass zukünftig ein Datenkollektiv von jeweils zehn Messwerten zur Beurteilung herangezogen werden sollte.

**Abbildung 22: Skizze zu Lageparametern bei normal- und lognormal verteilten Analysenwerten**



Quelle:

eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

Eine entsprechende statistische Datenauswertung (Median und 80. Perzentil über zehn Werte), wie sie z. B. in der DIN EN 15359<sup>225</sup> festgelegt ist, kann über ein geschlossenes Intervall z. B. von jeweils zehn separat zu beurteilenden Werten oder in Form einer gleitenden Betrachtung festgelegt werden. Um mit jeder neuen Analyse eine Auswertung durchführen zu können, wird für ein zukünftiges Beurteilungskonzept eine gleitende Betrachtung (Median und 80.-Perzentil über zehn Werte) vorgeschlagen. Diese Art der Bewertung ist z. B. in Österreich in der aktuellen RecyclingholzV<sup>226</sup> festgeschrieben. Im Rahmen der DIN EN 15359 und im RAL-GZ 724<sup>227</sup> wird ebenfalls eine Bewertung über die genannten Lageparameter, allerdings als abgeschlossenes Zehner-Intervall, vorgenommen. Zudem wurde diese Bewertungsform bereits in Anhang B 3 der VDI 3462 Blatt 4<sup>228</sup> sowie in Genehmigungen von Mitverbrennungsanlagen sowie EBS-Kraftwerken aufgenommen.

Bei einem Wechsel zu einer Auswertung mit den Lageparametern Median und 80. Perzentil ist eine Festlegung entsprechender Grenzwerte erforderlich.

### 3.4.3 Festlegung von Grenz-/ Richtwerten

Grenz- und / oder Richtwerte sind grundsätzlich so festzulegen, dass sie keine umweltrelevanten Auswirkungen hervorrufen, ggf. geltende Rechtsverordnungen berücksichtigt sind, aber auch rechtssicher eingehalten werden können. Hierbei sind die Unsicherheiten, die trotz aller getroffenen Maßnahmen zur Qualitätssicherung bei der Probenahme, -vorbereitung und -analytik auftreten können (vgl. Tabelle 14) ebenso zu berücksichtigen wie die Bestimmungsgrenze der jeweiligen Analysenmethode und die Streubreiten, die zwischen verschiedenen Laboren auftreten können.

<sup>225</sup> DIN EN 15359 (2012)

<sup>226</sup> Bundesregierung Österreich (2018)

<sup>227</sup> RAL (2012)

<sup>228</sup> VDI (2009)



**Tabelle 14: Fehlerwahrscheinlichkeiten der verschiedenen Teilschritte von Abfallanalysen**

| Analysenteilschritt | Analysenunsicherheit [% des Stoffwertes]            |
|---------------------|-----------------------------------------------------|
| Probenahme          | Bis zu 1.000 % aus ruhendem Haufwerk <sup>229</sup> |
| Probenvorbereitung  | 100 % bis 300 % <sup>230</sup>                      |
| Apparative Analyse  | 2 bis 20 % <sup>231</sup>                           |
| Datenauswertung     | Bis zu 50 % <sup>232</sup>                          |

Quellen: Rasemann, W. (1999), Sansoni, B. (1986)

Die Probenahme, die insgesamt die größte Unsicherheit aufweist, ist laut Winterstein (2012) als repräsentativ einzustufen, wenn die Streuung durch die Probenahme höchstens das Zwei- bis Dreifache der Analysenstreuung beträgt.<sup>233</sup>

Die einzelnen Unsicherheiten sind nicht isoliert zu betrachten, sondern pflanzen sich innerhalb des gesamten Analysenganges fort und bilden eine Gesamtabweichung.

Rasemann (1999) beschreibt den Zusammenhang sehr plastisch mit: „Probenahme falsch – alles falsch, Probenvorbereitung falsch – Analysenwert wertlos“.

Um darüber hinaus die Streubreiten zu verdeutlichen, die zwischen Laboren auftreten können, zeigt nachfolgende Tabelle eine Auswertung eines aktuellen Ringversuchs zu Altholz.<sup>234</sup> Bei diesem wurden den teilnehmenden Laboren Ringversuchsproben, die die zu untersuchenden Parameter in nachweisbaren Gehalten enthielten und bis zu einem definierten Korngrößenbereich von 0,25 bis 1 mm aufbereitet waren, bereitgestellt. Somit ist bei den hier dargestellten Bereichen lediglich die Analysenstreuung enthalten. Unsicherheiten aufgrund der Probenahme und -aufbereitung zur Laborprobe sind nicht berücksichtigt und müssten für die Gesamtunsicherheit noch einbezogen werden.

Der dargestellte Toleranzbereich zeigt den Wertebereich, bei dem ein Labor den jeweiligen Parameter bestanden hat. Es wird deutlich, dass in Abhängigkeit des für eine Analyse ausgewählten, entsprechend für das Material qualifizierten Labors unterschiedliche Konzentrationen angegeben werden können. Diese sind zwar alle gleich richtig, damit würde aber das zu beurteilende Altholz bei einer Bewertung über Einzelwerte sehr unterschiedlich eingestuft.

Im Rahmen des Projektes „Erstellung einer wissenschaftlichen Empfehlung zur prozessbegleitenden Probenahme und Analytik von Altholz“<sup>235</sup> wurde das hier vorgeschlagene Probenahme-konzept (vgl. Anhang J) in 20 verschiedenen Altholzaufbereitungsanlagen für die Beprobung von Altholzhackschnitzeln zur stofflichen Verwertung umgesetzt.

<sup>229</sup> Rasemann, W. (1999)

<sup>230</sup> Sansoni, B. (1986)

<sup>231</sup> Rasemann, W. (1999)

<sup>232</sup> Sansoni, B. (1986)

<sup>233</sup> Winterstein, M. (2012)

<sup>234</sup> BAM (2018)

<sup>235</sup> Flamme, S. et al. (2019), Schrägle, R. (2015), LfU (2015)

**Tabelle 15: Ergebnisse aus einem Ringversuch zu Altholz<sup>236</sup>**

| Parameter   | Mittelwert<br>[mg/kg TM] | Toleranzbereich (Z-Score $\leq 2,0$ ) <sup>237</sup><br>Toleranzgrenzen |            |
|-------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------|
|             |                          | [mg/kg TM]                                                              | [mg/kg TM] |
| Arsen       | 5,080                    | 3,618                                                                   | 6,778      |
| Cadmium     | 4,004                    | 3,071                                                                   | 5,055      |
| Chrom       | 51,058                   | 41,064                                                                  | 62,103     |
| Kupfer      | 32,766                   | 26,352                                                                  | 39,853     |
| Quecksilber | 0,821                    | 0,585                                                                   | 1,095      |
| Blei        | 49,232                   | 39,595                                                                  | 59,882     |
| PCP         | 7,214                    | 4,497                                                                   | 10,533     |

Quelle: BAM (2018)

Die entnommenen Proben (zehn je Anlage) wurden auf die Parameter der Altholzverordnung (2002) untersucht und bildeten die Grundlage zur Ableitung aktueller Qualitäten von Altholzhackschnitzeln zur stofflichen Verwertung. Insgesamt lagen im Rahmen des Projektes 195 Analysen je Parameter vor. Der Abgleich der Analysenergebnisse mit den parameterspezifischen Bestimmungsgrenzen zeigt, dass die Analysenergebnisse für die Parameter Quecksilber und Fluor zu nahezu 99 % unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen. Diese ist definiert als die Konzentration eines Parameters, die quantitativ mit einer festgelegten Präzision bestimmt werden kann (vgl. Tabelle 16).

Auch Arsen und PCB wurden mit Analysenergebnissen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 86 % (As) bzw. 79 % (PCB) kaum in den hier untersuchten Altholzhackschnitzeln zu stofflichen Verwertung nachgewiesen. Für alle weiteren Parameter lagen die Analysenergebnisse überwiegend über der Bestimmungsgrenze.

Bei der weiteren Auswertung der Analysendaten wurden Ergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze jeweils mit der halben Bestimmungsgrenze berücksichtigt. Für den Parameter PCB wurde hierbei ein Wert von 0,3 mg/kg TM angesetzt (Summe der halben Bestimmungsgrenze der Einzelparame-ter (0,02 mg/kg TM x 6 Kongenere/2), multipliziert mit dem Faktor 5 (gemäß Anhang IV Nr. 1.4.5 AltholzV)).

Die oben dargestellte Datenbasis aus 2019 (195 Analysen je Parameter) wurde sowohl in ihrer Gesamtheit, als auch bezogen auf die Einzelanlagen durchgehend als plausibel eingeschätzt. Stark abweichende Werte wurden durch Nachmessungen und/ oder optische Beurteilung des Bildmaterials zu den einzelnen Proben verifiziert bzw. plausibilisiert.

<sup>236</sup> BAM (2018)

<sup>237</sup> Messwerte, bei denen der Ringversuch eingehalten ist.

**Tabelle 16: Analysenergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze<sup>238</sup>**

| Parameter   | Grenzwert nach AltholzV (2002)<br>[mg/kg TM] | Bestimmungsgrenze (BG)*<br>[mg/kg TM] | Anzahl < BG<br>(n:195)<br>[ n ] | Anzahl < BG<br>(n:195)<br>[ % ] |
|-------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Arsen       | 2                                            | 0,8                                   | 167                             | 86                              |
| Blei        | 30                                           | 2,0                                   | 8                               | 4                               |
| Cadmium     | 2                                            | 0,2                                   | 71                              | 36                              |
| Chrom       | 30                                           | 1,0                                   | 2                               | 1                               |
| Kupfer      | 20                                           | 1,0                                   | 0                               | 0                               |
| Quecksilber | 0,4                                          | 0,07                                  | 192                             | 99                              |
| Chlor       | 600                                          | 50                                    | 0                               | 0                               |
| Fluor       | 100                                          | 50                                    | 192                             | 99                              |
| PCP         | 3                                            | 0,1                                   | 42                              | 22                              |
| PCB         | 5                                            | 0,6                                   | 154                             | 79                              |

\*: PCB-Bestimmungsgrenze der Einzelparameter (6 Kongenere x 0,02 mg/kg TM x 5)

Quelle: Flamme S., et al. (2019)

Für die Abschätzung der aktuellen Qualitäten von Altholzhackschnitzeln in Verbindung mit dem vorgeschlagenen Bewertungssystem wurden die verteilungsunabhängigen Lageparameter Median und 80. Perzentil, unter Berücksichtigung von jeweils 10 Analysen, mit Hilfe eines Zufallsgenerators abgeleitet. Hierzu erfolgten parameterspezifisch jeweils mindestens 10.000 Durchläufe, bei denen die Lageparameter aus zehn zufällig aus der Grundgesamtheit ausgewählten Analysenergebnissen berechnet werden. Der Zufallsgenerator ist so konzeptioniert, dass iterativ gegen Vorgaben für den Median und das 80. Perzentil geprüft wird. Für die Auswertungen wurden je Parameter zwei unterschiedliche Datenkollektive untersucht. Im Datenkollektiv 1 wurden die Ergebnisse aller 20 Anlagen berücksichtigt (195 Proben). Im Datenkollektiv 2 blieben zwei Anlagen, bei denen in den anlagenbezogenen Auswertungen höhere Gehalte insbesondere bei Blei und Chlor festgestellt wurden, unberücksichtigt, um ggf. Unterschiede festzustellen (175 Proben, vgl. Tabelle 17). Der Vergleich der für die verschiedenen Datenkollektive ermittelten Lageparameter zeigt nahezu keine Unterschiede.

Bei den Parametern Arsen und PCB liegen die berechneten Mediane oftmals unter der Bestimmungsgrenze, was dafür spricht, dass diese Stoffe i. d. R. nicht (mehr) in Altholz zur stofflichen Verwertung zu finden sind. Dieses deckt sich auch mit den Erfahrungen eines früheren Projektes zur Qualitätssicherung bei der Altholzaufbereitung.<sup>239</sup>

Für die Parameter Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Chlor, Zink und PCP konnten statistisch abgesicherte Mediane und 80. Perzentile für eine Beschreibung der Qualität über jeweils zehn Analysenwerte berechnet werden. Diese zeigten außer bei den Parametern Chlor und Blei keine Unterschiede. Bei den letztgenannten Parametern waren die datenkollektivabhängigen Unterschiede nur marginal (vgl. Tabelle 17).

<sup>238</sup> Flamme, S. et al. (2019)

<sup>239</sup> Heller, N.; Flamme, S. (2016)

Mit den dargestellten Qualitäten von Altholzhackschnitzeln zur stofflichen Verwertung liegen statistisch abgesicherte Informationen als Grundlage für die Ableitung von Grenzwerten mit einem geänderten Bewertungsschema vor. Diese erfolgte unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus beiden Datenkollektiven, so dass die Höhe des einzelnen Grenzwertes teilweise zwischen den Ergebnissen der beiden dargestellten Datenkollektive liegt (vgl. Tabelle 18). Da die oben dargestellten Abstände zwischen Praxis- und Grenzwerten nicht ausgeschöpft wurden, sind diese Grenzwerte als ambitioniert für eine sichere Einhaltung einzustufen.

**Tabelle 17: Aktuelle Qualitäten von Altholzhackschnitzeln zur stofflichen Verwertung<sup>240</sup>**

| Prozessbegleitende Probenahme       |              |            | Fluor | PCB  | PCP  | Quecksilber | Arsen |
|-------------------------------------|--------------|------------|-------|------|------|-------------|-------|
| Bestimmungsgrenze (BG)              |              | [mg/kg TM] | 50    | 0,6* | 0,1  | 0,07        | 0,8   |
| Datenkollektiv 1<br>(n: 195 Proben) | Analyse < BG | [%]        | 98    | 79   | 22   | 98          | 86    |
|                                     | Median       | [mg/kg TM] | X     | 0,43 | 1,21 | X           | 0,40  |
|                                     | 80. Perz.    | [mg/kg TM] | X     | 1,10 | 3,37 | X           | 1,30  |
| Datenkollektiv 2<br>(n: 175 Proben) | Analyse < BG | [%]        | 99    | 83   | 24   | 99          | 86    |
|                                     | Median       | [mg/kg TM] | X     | 0,30 | 1,05 | X           | 0,40  |
|                                     | 80. Perz.    | [mg/kg TM] | x     | 0,85 | 2,95 | X           | 1,30  |

\*: 0,02 mg/kg TM je Kongener

| Prozessbegleitende Probenahme       |              |            | Cadmium | Chrom | Kupfer | Blei | Chlor |
|-------------------------------------|--------------|------------|---------|-------|--------|------|-------|
| Bestimmungsgrenze (BG)              |              | [mg/kg TM] | 0,2     | 1     | 1      | 2    | 50    |
| Datenkollektiv 1<br>(n: 195 Proben) | Analyse < BG | [%]        | 36      | 1     | 0      | 4    | 0     |
|                                     | Median       | [mg/kg TM] | 0,30    | 13,5  | 10,5   | 22,9 | 670   |
|                                     | 80. Perz.    | [mg/kg TM] | 0,50    | 24,0  | 27,0   | 56,5 | 1.314 |
| Datenkollektiv 2<br>(n: 175 Proben) | Analyse < BG | [%]        | 40      | 1     | 0      | 5    | 0     |
|                                     | Median       | [mg/kg TM] | 0,30    | 11,5  | 9,5    | 20,0 | 635   |
|                                     | 80. Perz.    | [mg/kg TM] | 0,50    | 22,0  | 23,9   | 38,0 | 1.022 |

Quelle: Flamme et al. (2019)

Nach wissenschaftlicher Herleitung auf Grundlage der untersuchten Holzqualitäten könnten Grenzwerte für Arsen, Fluor, Quecksilber und PCB zukünftig entfallen. Für den Parameter Arsen wurde aufgrund von Hinweisen aus dem Begleitkreis, dass Arsen in der letzten Zeit wieder in Altholzhackschnitzeln auftreten kann, dennoch ein Median- und ein 80. Perzentilwert vorgeschlagen. Der Wegfall der Grenzwerte für Fluor und Quecksilber wird sowohl durch Untersuchungen an Spanplatten, in denen Fluor- und Quecksilbergehalte weit unterhalb der Grenzwerte, ganz überwiegend auch unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze, gefunden wurden,<sup>241</sup> als

<sup>240</sup> Flamme et al. (2019)

<sup>241</sup> Schrägle, R. (2015), LfU (2015)

auch durch Informationen zur Ableitung von Grenzwerten für die Altholzverordnung 2002<sup>242</sup> unterstützt. Demnach gab es bei Quecksilber keine konkreten Informationen, sondern nur vage Hinweise, dass es temporär als Holzschutzmittel in der Landwirtschaft, vornehmlich im Weinbau eingesetzt worden war. Vor dem Hintergrund der Erfahrungen mit der Altholzverordnung und der o. g. Begründung spricht sich Marutzky (2019) ebenfalls dafür aus, Quecksilber zukünftig aus der Altholzverordnung herauszunehmen.<sup>243</sup> Sollte für Quecksilber aus umweltpolitischen Gründen ein Grenzwert für Quecksilber erforderlich sein, so könnten – in Anlehnung an die bisherige AltholzV – ein Median von 0,2 mg/kg TM und ein 80. Perzentil von 0,4 mg/kg TM festgelegt werden. In diesem Fall sollte Quecksilber, wie bisher, nur im Rahmen der Fremdüberwachung überprüft werden.

**Tabelle 18: Vorschlag für wissenschaftlich abgeleitete zukünftige Grenzwerte für die AltholzV**

| Parameter                | Einheit    | Bestimmungsgrenze      | Median | 80. Perzentil |
|--------------------------|------------|------------------------|--------|---------------|
| Arsen                    | [mg/kg TM] | 0,8                    | 2      | 3             |
| Blei                     | [mg/kg TM] | 2                      | 30     | 50            |
| Cadmium                  | [mg/kg TM] | 0,2                    | 1      | 2             |
| Chrom                    | [mg/kg TM] | 1                      | 20     | 30            |
| Kupfer                   | [mg/kg TM] | 1                      | 20     | 40            |
| Quecksilber              | [mg/kg TM] | 0,07                   | -      | -             |
| Chlor                    | [mg/kg TM] | 50                     | 700    | 1.100         |
| Fluor                    | [mg/kg TM] | 50                     | -      | -             |
| Pentachlorphenol         | [mg/kg TM] | 0,1                    | 2      | [5]*          |
| Polychlorierte Biphenyle | [mg/kg TM] | 0,6 (0,02 je Kongener) | -      | -             |

\*: Werte in [ ] sind Maximalwerte Quelle: eigene Ableitungen, FH Münster, IWARU

Auch bei dem Parameter PCB liegen die Analysenwerte in den vorliegenden Untersuchungen ganz überwiegend unterhalb der Bestimmungsgrenze. Dieses würde auch für eine Streichung dieses Parameters aus der AltholzV sprechen, was durch Marutzky (2019) ebenfalls gestützt wird. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass das Inverkehrbringen von PCB in Deutschland seit 1989 verboten ist und nur bis ca. 1972 in sog. Wilhelmi-Dämmplatten als Flammschutzmittel eingesetzt wurde (vgl. Anhang B). Soll hier aufgrund der PCB/PCT-AbfallV<sup>244</sup> ein Grenzwert festgelegt werden, so wird ein Maximalwert von 5 mg/kg TM vorgeschlagen (Maximalwert in Tabelle 19 durch eckige Klammern verdeutlicht). Dieser Wert entspricht dem Grenzwert der bisherigen AltholzV. Die Kontrolle sollte dann – wie bisher – nur im Rahmen der Fremdüberwachung erfolgen.

PCP wurde vor 1989 v. a. für die Behandlung von tragendem Gebälk eingesetzt und ist seit 1989 europaweit verboten. In Deutschland ist PCP seit 2000 auch als Pflanzenschutzmittel nicht mehr

<sup>242</sup> Marutzky, R. (2019)

<sup>243</sup> Marutzky, R. (2019)

<sup>244</sup> Bundesregierung (2000)

zugelassen (vgl. Anhang B). Dennoch wurden in den aktuellen Untersuchungen von Altholzhackschnitzeln zur stofflichen Verwertung häufiger PCP-Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze ermittelt. Auf Grundlage der aktuellen Altholzqualitäten wird für PCP daher ein Median von 2 mg/kg TM sowie ein Maximalwert von 5 mg/kg TM vorgeschlagen. Letzterer begründet sich durch die Chemikalienverbotsverordnung<sup>245</sup>.

Für Arsen wurde aufgrund der methodenbedingten Bestimmungsgrenze und dem Erfordernis eines ausreichenden Abstands zu dieser ein Medianwert von 2 mg/kg TM und ein 80. Perzentil von 3 mg/kg TM als Grenzwert vorgeschlagen.

Auf der Grundlage der vorliegenden Informationen zu aktuellen Cadmiumgehalten in Altholzhackschnitzeln und der Bestimmungsgrenze für Cadmium wird für einen zukünftigen Grenzwert ein Median von 1 mg/kg TM und ein 80. Perzentil von 2 mg/kg TM vorgeschlagen.

Für den Parameter Chrom werden 20 mg/kg TM für den Median und 30 mg/kg TM für das 80. Perzentil vorgeschlagen. Median und 80. Perzentil liegen hier vergleichsweise nah beieinander, da in der Betrachtung von Einzelanlagen (hier nicht dargestellt) vergleichsweise geringe Streuungen festgestellt wurden.<sup>246</sup>

Für Kupfer wird für den Median ebenfalls ein Grenzwert von 20 mg/kg TM vorgeschlagen. Da bei Kupfer im Vergleich zu Chrom vergleichsweise höhere Streuungen der Einzelwerte in den Anlagen festgestellt wurden, die z. B. durch Metallpartikel in der Analysenprobe (z. B. aus Kupferklammern) verursacht werden können, wird für das 80. Perzentil ein Grenzwert von 40 mg/kg TM empfohlen.

Chlor wurde in die Altholzverordnung von 2002 aufgenommen, um Altholz mit PVC-Beschichtungen abzugrenzen, welches in einer nachgelagerten Verbrennung zur Dioxinbildung beiträgt. Die Bestimmung erfolgt als Gesamtchlor und erfasst hierdurch auch anorganisches Chlor, welches ein natürlicher Holzbestandteil ist und somit keinen Schadstoff darstellt.<sup>247</sup> Naturbelassenes Waldrestholz kann z. B. Chlorgehalte bis zu 400 mg/kg TM aufweisen.<sup>248</sup> Die aus dem o. g. Projekt vorliegenden Analysen von Altholzhackschnitzeln zur stofflichen Verwertung weisen im Median 635 – 670 mg/kg TM auf; das 80. Perzentil liegt um 1.000 und 1.300 mg/kg TM. Unter der Berücksichtigung der hier dargestellten Herleitung der Analysenergebnisse sowie der Tatsache, dass das hier betrachtete Gesamtchlor bei der stofflichen Verwertung von Altholzhackschnitzeln zur Herstellung von Spanplatten zu keinen produktionstechnischen Problemen oder gesundheitlichen Gefahren führt,<sup>249</sup> wird ein Wert von 700 mg/kg TM als Grenzwert für einen Median und ein 80. Perzentil in Höhe von 1.100 mg/kg TM vorgeschlagen. Auch mit diesen Werten ist das Ziel, PVC aus der stofflichen Verwertung zu eliminieren, gesichert.<sup>250</sup>

Insgesamt ist festzustellen, dass die Grenzwerte, die aufgrund der Untersuchungen von Altholzhackschnitzeln zur stofflichen Verwertung abgeleitet wurden, oftmals die Höhe der aktuellen Grenzwerte der AltholzV widerspiegeln. Diese entsprechen in der neuen Bewertungssystematik teilweise dem Median oder sogar dem 80. Perzentil. Bei Chlor zeigt sich über alle Anlagen, dass ein Median-Grenzwert von 700 mg/kg TM erforderlich ist. Hiermit wird eine statistische Bewertungsmatrix für derzeit zugelassene Altholzsortimente zur stofflichen Verwertung eingeführt.

<sup>245</sup> Bundesregierung (2017c)

<sup>246</sup> Flamme, S. et al. (2019)

<sup>247</sup> Marutzky, R. (2019)

<sup>248</sup> DIN EN ISO 17225-1 (2014)

<sup>249</sup> Marutzky, R. (2019)

<sup>250</sup> Der Massenanteil von Chlor in PVC beträgt 56,7 % und mehr und würde zu deutlich höheren Chlorgehalten führen.



**Tabelle 19: Erweiterte Vorschläge für zukünftige Grenzwerte für die AltholzV**

| Parameter                  | Einheit           | Bestimmungsgrenze             | Median     | 80. Perzentil |
|----------------------------|-------------------|-------------------------------|------------|---------------|
| Arsen                      | [mg/kg TM]        | 0,8                           | 2          | 3             |
| Blei                       | [mg/kg TM]        | 2                             | 30         | 50            |
| Cadmium                    | [mg/kg TM]        | 0,2                           | 1          | 2             |
| Chrom                      | [mg/kg TM]        | 1                             | 20         | 30            |
| Kupfer                     | [mg/kg TM]        | 1                             | 20         | 40            |
| Quecksilber**              | <b>[mg/kg TM]</b> | <b>0,07</b>                   | <b>0,2</b> | <b>0,4</b>    |
| Chlor                      | [mg/kg TM]        | 50                            | 700        | 1.100         |
| Fluor                      | [mg/kg TM]        | 50                            | -          | -             |
| Pentachlorphenol           | [mg/kg TM]        | 0,1                           | 2          | [5]*          |
| Polychlorierte Biphenyle** | <b>[mg/kg TM]</b> | <b>0,6 (0,02 je Kongener)</b> | -          | <b>[5]*</b>   |

\*: Werte in [ ] sind Maximalwerte      \*\*: nur im Rahmen der Fremdüberwachung

Quelle: eigene Ableitungen, FH Münster, IWARU

Zudem wird deutlich, dass aus wissenschaftlicher Sicht zukünftig nicht alle Parameter der jetzigen Altholzverordnung erforderlich sind, da diese überwiegend unterhalb der Bestimmungsgrenze analysiert wurden. In wie weit neue Parameter mit aufgenommen werden müssen, ist auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungen nicht abschließend zu bewerten. So stellen die BVT-Schlussfolgerungen für die Holzwerkstoffherzeugung, die mit dem Durchführungsbeschluss EU 2015/2119<sup>251</sup> angenommen wurden, in BVT 2 dar, dass die beste verfügbare Technik zur Minimierung der Umweltauswirkungen des Produktionsprozesses in der Anwendung der Grundsätze einer guten Betriebspraxis besteht. Zu dieser gehört u. a. die Überwachung von Schadstoffen wie As, Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, Zn, Chlor, Fluor und PAK. Dabei sind die hier genannten Parameter aufgrund des genutzten Wortes „wie“ als Aufzählung (von Beispielen) und weniger als Festlegung eines (Mindest)-Untersuchungsumfangs zu verstehen, so dass die hier vorgeschlagenen Parameter mit den BVT für die Holzwerkstoffherzeugung im Einklang stehen.

### ► Vorschlag für ein Vorgehen bei der Bewertung

Für die Beurteilung mit Hilfe der Lageparameter Median und 80. Perzentil wird eine rollierende Auswertung vorgeschlagen, bei der zehn aufeinander folgende Werte entsprechend oben genannter Systematik ausgewertet werden. Sobald ein neuer Analysewert vorliegt, wird dieser in die Berechnung mit einbezogen, während der jeweils älteste Wert herausfällt. So können fortlaufend (also alle 500 Mg Anlagendurchsatz) der Median und das 80. Perzentil berechnet werden.

Dabei gelten die Grenzwerte als eingehalten, wenn der jeweilige Grenzwert im gleitenden Median und im 80.-Perzentil der zehn letzten Untersuchungen nicht überschritten wird. Bei PCP (und PCB) darf der Maximalwert (5 mg/kg TM) nicht überschritten sein. Messwerte unterhalb

<sup>251</sup> Europäische Kommission (2015)

der Bestimmungsgrenze sind mit der halben Bestimmungsgrenze in der Auswertung zu berücksichtigen.

Die jeweilige 500-Mg-Charge darf im Regelfall erst der stofflichen Verwertung zugeführt werden, wenn die Einhaltung der Grenzwerte bestätigt ist. Bei Nichteinhaltung ist die beprobte Charge der Altholzkategorie A IV zuzuordnen. Abweichend hiervon kann bei Vorliegen von Grenzwerten für einzelne Anlagen zur energetischen Verwertung (z. B. in deren Genehmigung) ein Abgleich mit diesen erfolgen. Werden diese ebenfalls überschritten, ist die Charge der Altholzkategorie A IV zuzuordnen.

Aufgrund der derzeitigen Chargengröße (max. 500 Mg) ist darüber hinaus festzulegen, wie kleine Anlagen, die ca. 75 % der Aufbereitungsanlagen ausmachen (vgl. Kapitel 2.2), das vorgeschlagene Probenahmekonzept umsetzen sollen. Hierzu wird vorgeschlagen, dass Anlagen, die weniger als 6.000 Mg/a Altholzhackschnitzel zur stofflichen Verwertung produzieren, die Chargengröße soweit reduzieren, dass mindestens Monatsmischproben möglich sind. Die einzelne Mischprobe ist nach dem vorgeschlagenen Probenahmekonzept (vgl. Anhang J) zu entnehmen.

Bei Anlagen mit sehr hohen Durchsätzen könnte darüber hinaus eine Abweichung von der 500 Mg-Charge hin zu größeren Chargengrößen festgelegt werden, wenn die sichere Einhaltung der Grenzwerte über einen definierten Zeitraum nachgewiesen wurde und ein adäquates Qualitätssicherungssystem verwendet wird. Die Chargengröße sollte so gewählt werden, dass mindestens 20 Analysen pro Jahr durchgeführt werden und – analog zu den Vorgaben in den Normen zur Probenahme – eine maximale Chargengröße von 1.500 Mg nicht überschritten wird.

Es wird vorgeschlagen, dass bei einem Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte über einen definierten Zeitraum sowie der Nutzung eines adäquaten Qualitätssicherungssystems darüber hinaus eine direkte Anlieferung an die stoffliche Verwertung vor dem Vorliegen der Analysenergebnisse möglich wird (im Weiteren Abweichung von der aus § 6 (4) AltholzV resultierenden Zwischenlagerung genannt).

Für den Nachweis der sicheren Einhaltung der Grenzwerte zur Erhöhung der Chargengröße bzw. zur Abweichung von der Zwischenlagerung wird vorgeschlagen, dass dieses über mindestens 20 aufeinanderfolgende Analysenintervalle (bzw. 10.000 Mg Holzhackschnitzel/-späne) bestätigt wird. Solange die darauffolgenden Auswertungen der Analysen weiterhin Einhaltung der Grenzwerte bestätigen, könnte die jeweilige Charge dann stufenweise erhöht werden (bis max. 1.500 Mg) und bereits vor dem Vorliegen der Analysenergebnisse der stofflichen Verwertung zugeführt werden. Sobald der Median oder das 80. Perzentil in einer Auswertung überschritten wird, sind die aufbereiteten Altholzhackschnitzel erneut zwischenzulagern bzw. sind erneut 500 Mg-Chargen zu untersuchen, bis wieder 20 aufeinanderfolgende Analysenintervalle die regelmäßige Einhaltung der Grenzwerte bestätigen.

Eine Umsetzung der rollierenden Lageparameter Median und 80. Perzentil kann direkt nach Inkrafttreten der novellierten AltholzV erfolgen, wenn die bereits in den Altholzaufbereitungsanlagen vorhandenen Analysen übergangsweise mit im neuen Auswertesystem berücksichtigt werden.

### ► Nutzung von Qualitätszeichen

Umfassende Erfahrungen mit Qualitätszeichen in der Abfallwirtschaft liegen z. B. für Komposte aus Bio- und Grünabfällen und auch für Sekundärbrennstoffe für die Mitverbrennung vor. Es zeigt sich hier, dass die Nutzung eines Qualitätszeichens dazu führt, dass Anlagenbetreiber prozessbegleitend Daten zur Verfügung haben. Änderungen im Aufbereitungsprozess werden so frühzeitig erkannt und Anlagenbetreiber können schneller gegensteuern (Eigenüberwachung).

Im Rahmen einer Qualitätssicherung, z. B. nach RAL, wie sie bereits für Komposte und Sekundärbrennstoffe etabliert ist, wird die Einhaltung vorgegebener Richtwerte regelmäßig durch eine neutrale externe Stelle überprüft. Neben den qualitätssichernden Betrieben können hiervon auch die nachgelagerten Verwertungsanlagen sowie die Vollzugsbehörden profitieren, so dass das Führen eines Qualitätszeichens in einer novellierten Altholzverordnung berücksichtigt werden sollte.

Die Nutzung von Qualitätszeichen kann Vollzugsbehörden durch eine regelmäßige Bewertung der Analysen durch eine externe Stelle unterstützen. Zudem könnte die Führung eines Qualitätszeichens Vereinfachungen für die entsprechenden Betriebe ermöglichen. Dieses könnten z. B. Vereinfachungen bei den Dokumentations- und Nachweispflichten sein. Darüber hinaus wären eine schnellere Streckung der Chargengröße für große Altholzaufbereitungsanlagen sowie eine schnellere Abweichung von der aus § 6 (4) AltholzV resultierenden Zwischenlagerung der Altholzchargen denkbar. So könnten diese Abweichungen bei Führen eines Qualitätszeichens, welches eine regelmäßige neutrale Überprüfung der Qualität gewährleistet, erfolgen, wenn über z. B. zehn aufeinanderfolgende Analysenintervalle das sichere Einhalten der Grenzwerte nachgewiesen wurde. Sobald im weiteren Verlauf eine Überschreitung eines Parameters im Median oder im 80. Perzentil vorkommen würde, wären die nachfolgenden Chargen wieder zu lagern, bis das Analysenergebnis vorliegt bzw. würde die Chargengröße wieder auf 500 Mg zurückfallen. Um erneut von den Vorgaben abweichen zu können, wäre wiederum der Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte durch Auswertungen von zehn aufeinanderfolgenden Analysenintervallen erforderlich.

#### 3.4.4 Anforderungen an die energetische Verwertung

Nach der Altholzverordnung hat die energetische Verwertung entsprechend den Regelungen des BImSchG und den zugehörigen Rechtsverordnungen zu erfolgen (§ 3 Abs. 2 AltholzV). Soweit die Zulässigkeit des Einsatzes von Altholz in einer nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz genehmigten Anlage auf bestimmte Altholzkategorien beschränkt ist, hat der Betreiber der Altholzbehandlungsanlage das vorgebrochene Altholz in Chargen von jeweils nicht mehr als 500 Mg auf die ordnungsgemäße Zuordnung zu den Altholzkategorien gemäß Anhang V zu untersuchen (§ 7 Abs. 1 AltholzV).

Eine Fremdüberwachung, wie die Vorgaben für die stoffliche Verwertung in § 6 Abs. (1) der Altholzverordnung sie erfordern, ist für die energetische Verwertung bislang nicht festgelegt. Weitergehende Anforderungen nach BImSchG und der darauf beruhenden Regelungen bleiben unberührt (§ 7 Abs. 5 AltholzV).

Die Probenahme ist von Personen durchzuführen, die über die für die Durchführung der Probenahme erforderliche Fachkunde verfügen. Die zu untersuchenden Proben sind aus dem laufenden Altholzdurchsatz von vorgebrochenem Material über eine Abwurfeinrichtung zu entnehmen, wobei die Entnahme von Einzelproben von je 20 kg mindestens alle 10 Mg vorgegeben ist. Die Altholzanteile nicht zugelassener Altholzkategorien sind auszusortieren (Anhang V AltholzV). Eine energetische Verwertung der beprobten Charge ist nur möglich, wenn der Anteil an Altholz nicht zugelassener Altholzkategorien weniger als 2 Masse-% beträgt (§ 7 Abs. 2 AltholzV).

Bei einem mittleren Schüttgewicht für Altholzhackschnitzel von ca. 200 kg/m<sup>3</sup> beträgt das sich aus den Vorgaben der aktuellen Altholzverordnung mittels Sortieranalyse zu untersuchende Probenvolumen ca. 100 Liter für eine Einzelprobe und ca. 5.000 Liter bzw. 1 m<sup>3</sup> je 500 Mg-Charge. Dieses Volumen entspricht ca. dem doppelten Volumen der Vorgaben des angepassten Probenahmekonzeptes (siehe Anhang J). In der Praxis ist dieses Vorgehen generell zeitaufwän-

dig, so dass teilweise bereits heute in Abstimmung mit den zuständigen Behörden ein reduzierter Probenumfang sortiert wird. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass eine Sortierung von vorgebrochenem Material nur eingeschränkt möglich ist, da aufgrund der Vorzerkleinerung der Bezug zum Produkt bzw. zur Herkunft häufig fehlt. „Neue“, farblose Holzschutzmittel können zudem optisch nicht erkannt werden.

Vor diesem Hintergrund wären auch Grenzwerte für die Altholzkategorien A I und A II zur energetischen Verwertung zu überdenken. Gestützt wird diese Überlegung auch dadurch, dass Biomassekraftwerke, die in Verbindung mit der 4. BImSchV genehmigt wurden, oftmals bereits Inputwerte für das zu verwertende Altholz vorgegeben haben und somit auch heute schon entsprechende Analysen durchgeführt werden.

Für die energetische Verwertung von Altholz wurde im Begleitkreis darüber hinaus diskutiert, die zugehörigen immissionsschutzrechtlichen Vorgaben zum Umgang mit Holzbrennstoffen zu vereinheitlichen. In der 4. BImSchV werden hier folgende Definitionen eingesetzt: Anlagen nach Nr. 1.2.1 (Anlagen zur Erzeugung von Strom, Dampf, Warmwasser ...) können ...naturbelassenes Holz sowie in der eigenen Produktionsanlage anfallendes gestrichenes, lackiertes oder beschichtetes Holz oder Sperrholz, Spanplatten einsetzen, soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder infolge einer Behandlung enthalten sind und Beschichtungen keine halogenorganischen Verbindungen oder Schwermetalle enthalten.

Anlagen nach Nr. 8.1.1.5 sind definiert als Anlagen zur Verwertung und Beseitigung von Abfällen mit thermischen Verfahren, die weniger als 3 Mg nicht gefährliche Abfälle je Stunde einsetzen, soweit ausschließlich Altholz der Kategorien A I und A II nach der AltholzV energetisch verwertet wird und die Feuerungswärmeleistung 1 MW oder mehr beträgt. In diesen Anlagen können somit vergleichbare Holzsortimente eingesetzt werden wie in Anlagen nach Nr. 1.2.1. Durch die Benennung der Altholzkategorien in der Definition sind die Inputmaterialien aber eindeutig definiert.

Eine mögliche Lösung wären hier einheitliche Grenzwerte (z. B. vergleichbar mit denen für die stoffliche Verwertung) für diese Inputmaterialien in Feuerungsanlagen nach Nr. 8.1.1.5 der 4. BImSchV. Diese würden zu mehr Klarheit im Markt und einer deutschlandweit gleichen Regelung führen.

Werte ähnlich zu den hier vorgeschlagenen Grenzwerten für die stoffliche Verwertung werden auch durch die Brennstoffspezifikationen und -klassen in der DIN EN ISO 17225 Teil 1 gestützt, die Wertebereiche für verschiedene naturbelassene Biomassen enthalten (vgl. Tabelle 20).

Da die Grenzwerte für die stoffliche Verwertung den Spannbreiten der Parameter in naturbelassenen Hölzern (ggf. inkl. eines Zugschlags für die Gebrauchsphase) entsprechen, wären diese auch für die energetische Verwertung anwendbar und könnten auch ein Ansatz für die Bewertung der Schwermetallfreiheit in der Beschichtung sein.

**Tabelle 20: Typische Wertebereiche von festen Biomassebrennstoffen nach DIN EN ISO 17225 Teil 1<sup>252</sup>**

| Parameter   | Naturbelassen, holzartig, ohne Rinde |               | Naturbelassene Rinde |                | Naturbelassenes Waldrestholz |            |
|-------------|--------------------------------------|---------------|----------------------|----------------|------------------------------|------------|
|             | Nadelbaumholz                        | Laubbaumholz  | Rinde Nadelbaum      | Rinde Laubbaum | Nadelbaum                    | Laubbaum   |
|             | [mg/kg TM]                           | [mg/kg TM]    | [mg/kg TM]           | [mg/kg TM]     | [mg/kg TM]                   | [mg/kg TM] |
| Arsen       | < 0,1 – 1                            | < 0,1 – 1     | 0,1 – 4              | 0,1 – 4        | 0,2 – 1                      | 0 – 2      |
| Blei        | < 0,5 – 10                           | < 0,5 – 10    | 1 – 30               | 2 – 30         | 0,4 – 4                      | 0,5 – 5    |
| Cadmium     | < 0,05 – 0,5                         | < 0,05 – 0,5  | 0,2 – 1              | 0,2 – 1,2      | 0,1 – 0,8                    | 0 – 3      |
| Chrom       | 0,2 – 10                             | 0,2 – 10      | 1 – 10               | 1 – 30         | 0,7 – 1,2                    | 1 – 40     |
| Kupfer      | 0,5 – 10                             | 0,5 – 10      | 3 – 30               | 2 – 20         | 10 – 200                     | 1 – 100    |
| Quecksilber | < 0,02 – 0,05                        | < 0,02 – 0,05 | 0,01 – 1             | k. A.          | k. a.                        | 0 – 2      |

Quelle: DIN EN ISO 17225 Teil 1

<sup>252</sup> DIN EN ISO 17225-1 (2014)

| Zusammenfassende Hinweise zur Qualitätssicherung bei der Altholzaufbereitung und -verwertung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Handlungsbedarf                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Lösungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Anpassungsbedarf der Probenahme (20) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Prozessbegleitende Probenahme als Fallstrombeprobung beibehalten</li> <li>○ Umfang der Charge (500 Mg) beibehalten; Anpassungsmöglichkeiten für Anlagen mit sehr kleinen und sehr großen Durchsätzen ermöglichen.</li> <li>○ Anpassung der Anzahl der Einzelproben</li> <li>○ Volumen der Einzelprobe an die jeweilige Korngröße anpassen</li> <li>○ Automatische Probenahme bevorzugen; ist diese nicht möglich, manuelle Probenahme ermöglichen</li> <li>○ Probenahmegefäß für eine manuelle Probenahme konkretisieren</li> <li>○ anlagenspezifische Probenahmekonzepte erforderlich</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Detaillierter Vorschlag für ein Probenahme- und Bewertungskonzept für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur stofflichen Verwertung ist Anhang J zu entnehmen.</li> </ul>                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Anpassungsbedarf der Probenaufbereitung (21) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Herstellung der Laborprobe <ul style="list-style-type: none"> <li>-Detaillierte Vorgabe des Vorgehens</li> <li>-Volumen der Laborprobe korngrößenabhängig vergrößern</li> </ul> </li> <li>○ Herstellung der Analysenprobe <ul style="list-style-type: none"> <li>-Trocknung weiter konkretisieren</li> <li>-Korngröße der Analysenprobe auf &lt; 1 mm festlegen</li> <li>-Grobzerkleinerung (z. B. auf 30 mm) des gesamten Probenvolumens festlegen</li> <li>-gestufte Zerkleinerung von Teilen der vorzerkleinerten Laborprobe bis &lt; 1 mm festlegen</li> </ul> </li> <li>○ Analytik <ul style="list-style-type: none"> <li>-Normen und Regelwerke aktualisieren</li> <li>-Doppelbestimmung beibehalten</li> <li>-Königswasseraufschluss für die Bestimmung der Metalle weiter konkretisieren</li> </ul> </li> <li>○ Qualitätssicherung in den Laboren <ul style="list-style-type: none"> <li>-Qualitätsregelkarten, Teilnahme an Ringversuchen beibehalten</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vorschlag für ein Probenahme- und Bewertungskonzept für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur stofflichen Verwertung ist Anhang J zu entnehmen</li> </ul>                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fachkunde für die Probenahme konkretisieren (22)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fachkunde zur Probenahme für die Beurteilung der stofflich (§ 6) bzw. energetisch (§ 7) zu verwertenden Altholzhackschnitzel definieren → siehe Anhang <b>Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.</b> und <b>Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.</b></li> </ul> |



### Zusammenfassende Hinweise zur Qualitätssicherung bei der Altholzaufbereitung und -verwertung

- |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Qualitätssicherung in Eigen- und Fremdüberwachung grundsätzlich beibehalten; Überprüfung der Eigenüberwachung durch fremdüberwachen- des Labor wird kritisch gesehen (23)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vorschlag für ein Probenahme- und Bewertungs-konzept für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur stofflichen Verwertung ist Anhang J zu entnehmen</li> <li>■ Aufteilung in Eigen- und Fremdüberwachung beibehalten</li> <li>■ Probenahme durch das FÜ-Labor konkretisieren</li> <li>■ Überwachung EfB-Gutachter und -Gutachterinnen o. ä.</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Qualifikation der Labore beschreiben (24)</li> </ul>                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zulassung nach LAGA-Fachmodul Abfall zur Verwaltungsvereinbarung der Länder über den Kompetenznachweis und die Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen im gesetzlich geregelten Umweltbereich</li> <li>■ Ggf. Listung im Recherchesystem ReSyMeSa oder Bekanntgabe der Laboratorien durch die entsprechenden Stellen</li> </ul>       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Änderung des Bewertungsschemas (25)</li> </ul>                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Keine Betrachtung von Einzelwerten</li> <li>■ Nutzung der Lageparameter Median und 80. Perzentil aus 10 aufeinanderfolgenden Analysenwerten und gleitende Betrachtung der Lageparameter</li> </ul>                                                                                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Festsetzung von Grenzwerten für die stoffliche Verwertung (26)</li> </ul>                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Definition neuer Grenzwerte für die stoffliche Verwertung auf Grundlage der Betrachtung von Median und 80. Perzentil über jeweils 10 aufeinanderfolgende Analysenwerte</li> <li>■ Übergangregelung festlegen</li> </ul>                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nutzung von Qualitätszeichen (27)</li> </ul>                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bei Führung eines Qualitätszeichens → Vereinfachung z. B. der Dokumentations- und Nachweispflichten</li> <li>■ Für große Anlagen ggf. Streckung des Probenahmeintervalls und der Chargengröße in Verbindung mit einem Qualitätszeichen</li> </ul>                                                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Anpassungen der Anforderungen an die energetische Verwertung (28)</li> </ul>                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Korngrößenabhängige Anpassung der Probenahmevolumina für die Sortieranalyse der energetischen Verwertung (vgl. Anhang J), alternativ Festlegung von Grenzwerten</li> <li>■ Vorgehensweise für die Probenahme → Siehe stoffliche Verwertung</li> </ul>                                                                                            |
- **Betrifft § 6 (Kontrolle von Altholz zur Holzwerkstoffherstellung) und § 7 (Kontrolle von Altholz zur energetischen Verwertung) sowie die dazugehörigen Anhänge II, IV und V**

## 4 Zusammenfassung der Vorschläge für eine Novellierung der Altholzverordnung und deren Auswirkungen

Die Struktur und die grundsätzlichen Ziele einer separaten Erfassung, Aufbereitung und anschließenden Verwertung in der Altholzverordnung haben sich in der Praxis bewährt und sollten beibehalten werden. Die einzelnen Aspekte in der AltholzV wurden analysiert und es wurden Empfehlungen für die Anpassung an den aktuellen Stand gegeben.

Die nachfolgende Tabelle zeigt zusammenfassend die aus Kapitel 3 abgeleiteten Änderungsvorschläge und stichpunktartig deren Vorteile (V) bzw. Kommentare (K) zu diesen.

Gleichzeitig sind dort Abschätzungen mit aufgenommen, ob durch die jeweilige Änderung Auswirkungen auf den Stoffstrom bzw. ökologische oder ökonomische Auswirkungen zu erwarten sind. Direkte relevante Änderungen werden nicht erwartet. Für einzelne Aspekte werden mögliche Auswirkungen im Weiteren qualitativ beschrieben.

**Tabelle 21: Übersicht der Vorschläge für eine Novellierung der Altholzverordnung**

| §§ Alt-holzV                | Nr.  | Anpassungsvorschlag                                                                                                                                                     | Vorteile / Kommentare                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Auswirkung zu erwarten auf |          |          |
|-----------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------|----------|
|                             |      |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Stoffstrom                 | Ökologie | Ökonomie |
| Präambel, oder § 5(?)       | 10   | Aufnahme der Rangfolge der Maßnahmen gemäß § 6 KrWG (Abfallhierarchie) in die AltholzV. Technische Machbarkeit und wirtschaftliche Zumutbarkeit sind dabei zu beachten. | V: Ziele der AbfRRL und des KrWG berücksichtigt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -                          | -        | -        |
| Präambel, § 4 oder Anhang I | 15   | Geeignete Sortimente sollten einer Vorbereitung zur Wiederverwendung zugeführt werden. Technische Machbarkeit und wirtschaftliche Zumutbarkeit sind zu berücksichtigen. | V: Ziele der AbfRRL und des KrWG für Altholz umgesetzt (z. B. durch Möbel aus dem Sperrmüll, Bauteile aus dem Bauabfall).<br>K: Potenzial der Vorbereitung zur Wiederverwendung eher begrenzt. Wiederverwendung findet i. d. R. statt, bevor Gebrauchtholz zu Altholz geworden ist (Second-Hand, eBay etc.). Wenn Gebrauchtholz als Abfall anfällt und eine Vorbereitung zur Wiederverwendung angestrebt wird, wären die hierfür erforderlichen Strukturen (z. B. gesonderter Bereich auf dem Recyclinghof) aufzubauen. | -                          | -        | -        |
| § 2 Nr. 1 – 4               | 1/19 | Begriffsbestimmungen ergänzen: „...ausgeschlossen                                                                                                                       | V: Sicherstellung der Verwertbarkeit von Altholz.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | -                          | -        | -        |

| §§ Alt-<br>holzV                   | Nr.   | Anpassungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Vorteile / Kommentare                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Auswirkung zu erwarten auf |               |          |
|------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------|----------|
|                                    |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Stoff-<br>strom            | Ökolo-<br>gie | Ökonomie |
|                                    |       | sind nicht trennbare und/o-<br>der extrudierte Holz-Kunst-<br>stoff-Verbunde wie z. B.<br>WPC“                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | K: Zukünftige neue<br>Holzprodukte können<br>nicht per se ausgeschlos-<br>sen werden. Hier ist je-<br>weils eine Prüfung der<br>Auswirkungen auf die<br>Verwertung erforderlich.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |               |          |
| § 2 Nr. 4,<br>§ 5,<br>Anhang III   | 4     | Beibehaltung der Altholzka-<br>tegorien A I, A II und A IV<br>Anpassung der Definition<br>der Altholzkategorie A II:<br>„...oder anderweitig behan-<br>deltes Altholz ohne PVC als<br>halogenorganische Verbin-<br>dung in der Beschichtung<br>und...“                                                                                                                                                                                                                                                                       | V: Altholzkategorien be-<br>kannt und bewährt. Dif-<br>ferenzierte Altholzkate-<br>gorien ermöglichen die<br>Verfolgung der derzeiti-<br>gen Verwertungswege / -<br>verfahren und lässt Raum<br>für zukünftige Entwick-<br>lungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -                          | -             | -        |
| § 2 Nr. 4,<br>§ 5, An-<br>hang III | 5     | Neue Definition der Altholz-<br>kategorie A III: Altholz mit<br>PVC als halogenorganische<br>Verbindung in der Beschich-<br>tung, ohne Holzschutzmittel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | V: Anpassung an die Re-<br>gelvermutung und die<br>gängige Sortierpraxis<br>K: Auswirkungen auf An-<br>hang III, hier zukünftig<br>auch Mischfraktionen<br>wie z. B. aus dem Bereich<br>Sperrmüll einordnen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -                          | -             | -        |
| § 2 Nr. 9                          | 2/3   | Begriff „Altholzbehandlungs-<br>anlage“ beibehalten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | V: alle an der Altholzent-<br>sorgung beteiligten Be-<br>reiche sind damit erfasst.<br>K: Klarstellung der Ana-<br>lyse-/ Kontrollaufgaben<br>in §§ 6 und 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | -                          | -             | -        |
| § 4                                | 11/18 | Die stoffliche Verwertung ist<br>in der Rangfolge der Abfall-<br>hierarchie vor der energeti-<br>schen Verwertung, so dass<br>die Frage der Vorrangigkeit /<br>Gleichrangigkeit zu regeln<br>ist.<br><br>Vorschlag zur Stärkung des<br>Recyclings:<br>Vorrang der stofflichen Ver-<br>wertung von A I –Altholz.<br>Für A II-Altholz soll ein<br>Gleichrang beider Verfahren<br>beibehalten werden, sofern<br>bei der energetischen Ver-<br>wertung Anlagen mit einer<br>entsprechenden Energieeffi-<br>zienz genutzt werden. | V: Unterstützt die abfall-<br>politisch geforderte Kas-<br>kadennutzung für Alt-<br>holz, insbesondere bei<br>A I-Altholz (Vollholz).<br>Gleichzeitig wird berück-<br>sichtigt, dass die energe-<br>tische Nutzung von Alt-<br>holz einen wichtigen Bei-<br>trag zur Energiewende<br>leistet.<br>Regionale Verfügbarkei-<br>ten von Altholzqualitäten<br>und Verwertungswegen<br>werden ebenfalls ausrei-<br>chend berücksichtigt.<br>K: Die technische Mach-<br>barkeit sowie die wirt-<br>schaftliche Zumutbarkeit | +                          | (+)           | (+)      |

| §§ AltholzV       | Nr. | Anpassungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Vorteile / Kommentare                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Auswirkung zu erwarten auf |          |          |
|-------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------|----------|
|                   |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Stoffstrom                 | Ökologie | Ökonomie |
|                   |     | AIII-Altholz: Nach der Abtrennung von Hölzern mit PVC als halogenorganischer Verbindung in der Beschichtung Gleichrang von stofflicher und energetischer Verwertung. Ansonsten Vorrang der energetischen Verwertung.<br>Die technische Machbarkeit und die wirtschaftliche Zumutbarkeit sind zu berücksichtigen. | sind zu berücksichtigen. Insbesondere, da die regionale Verteilung der stofflichen Verwertungsanlagen teilweise lange Transportwege erfordern würde.                                                                                                                                                                                                                                                       |                            |          |          |
| § 5, Anhang III   | 6   | Vorschlag zu Anhang III<br>→ Anhang E<br>zzgl. Hinweis, dass durch entsprechende Analytik das Altholz einer niedrigeren Kategorie zugeordnet werden kann.<br>→ zzgl. Hinweis auf die Möglichkeit zur Nutzung der Echtzeitanalyseverfahren (vgl. Vorschlag 8)                                                     | V: Rechtssicherheit<br>Bei Einhaltung bestimmter Grenzwerte können auch Materialien, die laut Regelvermutung einer höheren Altholzkategorie zugeordnet werden, einer niedrigeren Altholzkategorie zugeordnet werden (Bsp. Dachbalken: Regelvermutung A IV, nach Analytik ggf. niedrigere Altholzkategorie möglich)<br>K: Analysenergebnisse müssen die Grenzwerte für die stoffliche Verwertung einhalten. | -                          | -        | -        |
| § 5               | 7   | Sachkunde für die Zuordnung von Altholz zu den Altholzkategorien erforderlich<br>→ Siehe Anhang <b>Fehler!</b><br><b>Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.</b>                                                                                                                                             | V: einheitliches Fachwissen des Personals, Zuordnung von Sortimenten in die Altholzkategorien besser gewährleistet                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -                          | -        | -        |
| § 5<br>Anhang III | 8   | § 5: Echtzeitanalyseverfahren wie z. B. NIR oder RFA können zur Zuordnung von Altholzkategorien unterstützend genutzt werden.<br>Anhang III: Verweis auf § 5                                                                                                                                                     | V: Echtzeitanalyseverfahren unterstützen die Erkennung von Schadstoffen in Althölzern und somit deren Zuordnung zu den Altholzkategorien.<br>K: Echtzeitanalyseverfahren wären darüber hinaus für einige Parameter (z. B. Chlor, Wassergehalt) der Qualitätssicherung von Altholzhackschnitzeln einsetzbar.                                                                                                | -                          | -        | -        |

| §§ AltholzV     | Nr. | Anpassungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Vorteile / Kommentare                                                                                                                                                                                           | Auswirkung zu erwarten auf |          |          |
|-----------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------|----------|
|                 |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                 | Stoffstrom                 | Ökologie | Ökonomie |
|                 |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Einsatz bei weiteren Parametern in der Entwicklung.                                                                                                                                                             |                            |          |          |
| § 5, § 10       | 9   | Grundsatz der Getrennthaltung von Altholz soll auch zukünftig beibehalten werden.<br>Die Pflicht zur getrennten Erfassung kann entfallen, soweit diese technisch nicht möglich oder wirtschaftlich nicht zumutbar ist. Technisch nicht möglich ist die getrennte Erfassung insbesondere dann, wenn für die Aufstellung der Sammelbehälter nicht ausreichend Platz zur Verfügung steht. Die Kleinmengenregelung ist zu beachten. | V: Rechtssicherheit, Anpassung an die aktuelle Praxis<br>K: Formulierung Satz 1 und 2 entsprechend zu § 3 Abs. 2 bzw. § 8 Abs. 2 GewAbfV                                                                        | -                          | -        | -        |
| § 6             | 2   | Zusatz, dass Altholz vor der Übergabe an den stofflichen Verwerter in der Aufbereitungsanlage zu analysieren ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | V: Konkretisierung, Vermeidung von Doppelanalytik                                                                                                                                                               | -                          | -        | -        |
| § 7             | 3   | Zusatz, dass Altholz vor der Übergabe an den energetischen Verwerter in der Aufbereitungsanlage zu analysieren ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | V: Konkretisierung, Vermeidung von Doppelanalytik                                                                                                                                                               | -                          | -        | -        |
| § 10, § 11      | 12  | Definition der Kleinmenge als 1 Kubikmeter loses Schüttvolumen bzw. 0,3 Tonnen je Tag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | V: geringerer Bürokratieaufwand, Vereinfachung der AltholzV<br>K: bei 200 Arbeitstagen/Jahr → ca. 200 Kubikmeter /a bzw. 60 Tonnen/a                                                                            | -                          | -        | -        |
| § 11, Anhang VI | 13  | Schein für die Anlieferung von Altholz an eine Aufbereitungsanlage (→ Anhang F.1) und für die Anlieferung von Altholz an eine Verwertungsanlage (→ siehe Anhang <b>Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.</b> ).                                                                                                                                                                                                   | V: durch die Aufnahme des Abfallschlüssels gesichertere Zuordnung des Altholzes; einfacherer Nachweis für den Betrieb; bessere Kontrollmöglichkeiten für die zuständige Behörde; Beitrag zur Qualitätssicherung | -                          | -        | -        |

| §§ Alt-<br>holzV          | Nr. | Anpassungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Vorteile / Kommentare                                                                                                                                                                                                                                  | Auswirkung zu erwarten auf |               |          |
|---------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------|----------|
|                           |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                        | Stoff-<br>strom            | Ökolo-<br>gie | Ökonomie |
| § 12                      | 14  | Anpassung der Passage Betriebstagebuch: Streichung oder Ergänzung einzelner Passagen im Betriebstagebuch nach Anhang <b>Fehler!</b><br><b>Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..</b>                                                                                                                                                                                                                                                                  | V: Abgleich und Vereinheitlichung mit der GewAbfV → Vereinheitlichung und Vereinfachung, geringerer Bürokratieaufwand.                                                                                                                                 | -                          | -             | -        |
| Anhang I                  | 16  | Verfahren für die stoffliche Verwertung beibehalten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | K: Gewinnung von Synthesegas sowie die Herstellung von Aktiv-/ Industriekohlen bleiben für die zukünftige Nutzung offen, auch wenn sie z. Zt. in der Praxis nicht relevant sind.                                                                       | -                          | -             | -        |
| Anhang I, Nr. 1, Spalte 3 | 17  | Modifizierung aktueller Passage zur stofflichen Verwertung von A III-Altholz durch: Die Aufbereitung von A III-Altholzgemischen zur stofflichen Verwertung in der Holzwerkstoffindustrie ist nur zulässig, wenn Beschichtungen mit PVC als halogenorganischer Verbindung durch eine Vorbehandlung weitergehend entfernt wurden, im Rahmen des Aufbereitungsprozesses entfernt werden oder vor der Aufbereitung aussortiert wurden. (Lackierungen streichen) | V: Anpassung an die aktuelle Praxis, Klarstellung.                                                                                                                                                                                                     | -                          | -             | -        |
| Anhang IV und V           | 20  | Anpassungen der Probenahme, u. a. prozessbegleitende Probenahme beibehalten<br>Anzahl Einzelproben je 500-Mg-Charge anpassen<br>Korngrößenabhängiges Volumen der EP festlegen<br>Automatische Probenahme bevorzugen<br>Umgang mit sehr kleinen bzw. sehr großen Anlagen festlegen<br>→ vgl. Anhang J                                                                                                                                                        | V: Korngröße so berücksichtigen, dass Probenahme möglichst repräsentativ erfolgen kann.<br>K: Änderung gleichermaßen für stoffliche und energetische Verwertung; Anlagen- und korngrößenspezifische Probenahmekonzepte, Prozessbegleitende Probenahme. | -                          | -             | (+)      |
| Anhang IV                 | 21  | Anpassungen Probenvorbereitung<br>→ vgl. Anhang J                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | V: einheitliches Vorgehen definiert                                                                                                                                                                                                                    | -                          | -             | (+)      |



| §§ Alt-<br>holzV       | Nr. | Anpassungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Vorteile / Kommentare                                                                                                                                                                                                                                                                      | Auswirkung zu erwarten auf |               |          |
|------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------|----------|
|                        |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Stoff-<br>strom            | Ökolo-<br>gie | Ökonomie |
| Anhang IV und Anhang V | 22  | Fachkunde für die Probenahme von Material zur stofflichen / energetischen Verwertung konkretisieren<br>→ vgl. Anhang <b>Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden., Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.</b>                                                                                                           | V: einheitliches Fachwissen in Bezug auf die Probenahme für die Eigen- und Fremdüberwachung.                                                                                                                                                                                               | -                          | -             | (+)      |
| Anhang IV              | 23  | Eigen- und Fremdüberwachung beibehalten, Probenahme durch das FÜ-Labor konkretisieren<br>→ vgl. Anhang J                                                                                                                                                                                                                                       | V: Festlegung der Überprüfung der Dokumentation bei einer regelmäßigen Begehung                                                                                                                                                                                                            | -                          | -             | -        |
| Anhang IV              | 24  | Qualifikation der Labore Zulassung nach LAGA-Fachmodul Abfall zur Verwaltungsvereinbarung der Länder über den Kompetenznachweis und die Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen im gesetzlich geregelten Umweltbereich<br>Ggf. Listung im Rechercsystem ReSyMeSa oder Bekanntgabe der Laboratorien durch die entsprechenden Stellen | V: regelmäßiger Eignungsnachweis der Labore für die Matrix Altholz, Listung in Rechercsystemen wie ReSyMeSa erleichtert Auffinden geeigneter Labore                                                                                                                                        | -                          | -             | -        |
| Anhang IV              | 25  | Anpassung des Bewertungsschemas<br>Nutzung der Lageparameter Median und 80. Perzentil aus 10 aufeinanderfolgenden Analysewerten                                                                                                                                                                                                                | V: statistisch korrekter Ansatz für die Bewertung von lognormalverteilten Analysen<br>K: da bei Altholzaufbereitern i. d. R. entsprechende Analysen vorliegen, direkte Umstellung unter Nutzung der bisherigen Analysenwerte möglich → größere Rechtssicherheit für den Altholzaufbereiter | -                          | -             | (+)      |
| Anhang II              | 26  | Definition angepasster Grenzwerte für die stoffliche Verwertung auf Grundlage der Betrachtung von Median und 80. Perzentil über jeweils 10 aufeinanderfolgende Analysenwerte                                                                                                                                                                   | V: Berücksichtigung der Unsicherheiten aus Probenahme, -aufbereitung und -analytik → größere Rechtsicherheit bei der Aufbereitung                                                                                                                                                          | -                          | -             | (+)      |

| §§ Alt-<br>holzV | Nr. | Anpassungsvorschlag                                                                                                                                                                                                                                          | Vorteile / Kommentare                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Auswirkung zu erwarten auf |               |          |
|------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------|----------|
|                  |     |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Stoff-<br>strom            | Ökolo-<br>gie | Ökonomie |
|                  |     | Übergang: Nach Inkrafttreten der novellierten AltholzV kann unter Verwendung der letzten aufeinander folgenden 10 in einer Altholzaufbereitungsanlage vorliegenden Analysenwerte direkt mit der neuen Bewertungsgrundlage begonnen werden.                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |               |          |
| Anhang IV        | 27  | Nutzung von Qualitätszeichen;<br>Bei Führung eines Qualitätszeichens<br>→ Vereinfachung der Dokumentations- und Nachweispflichten<br>Für große Anlagen ggf. Streckung des Probenahmeintervalls und der Chargengröße in Verbindung mit einem Qualitätszeichen | V: Aufbereitungsprozess wird für den Betreiber durch kontinuierliche Kontrolle und bessere Bewertbarkeit einfacher steuerbar; Altholzaufbereiter kann auf Änderungen schnell reagieren, da diese direkt auffallen, regelmäßige Beurteilung der Altholzqualität durch neutrale Stelle<br>→ höhere Rechtssicherheit;<br>→ Unterstützung der Überwachungsbehörden<br>K: Vereinfachungen für den Altholzaufbereiter würden die Nutzung eines Qualitätszeichens fördern. | -                          | -             | (+)      |
| Anhang V         | 28  | Korngrößenabhängige Anpassung der Probenahmevolumina für die Sortieranalyse der energetischen Verwertung, alternativ Festlegung von Grenzwerten?<br>Vorgehensweise für die Probenahme und –analytik<br>→ Siehe stoffliche Verwertung                         | V: einheitliches Vorgehen definiert                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -                          | -             | (+)      |

+: Auswirkungen zu erwarten

(+): mögliche Auswirkungen - : keine Auswirkungen

## 5 Abschätzung möglicher Auswirkungen der Novellierungsvorschläge

Anpassungsvorschläge, für die Auswirkungen auf den Stoffstrom sowie ökologische und / oder ökonomische Aspekte zu erwarten sind, sind im Folgenden zusammengefasst (vgl. Tabelle 22).

**Tabelle 22: Auswirkungen der Anpassungsvorschläge**

| Vorschlag Nr.* | Anpassungsvorschlag                                                                                                                                                               | Auswirkungen erwartet auf |          |          | §§ AltholzV           |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------|----------|-----------------------|
|                |                                                                                                                                                                                   | Stoffstrom                | Ökologie | Ökonomie |                       |
| 11 / 18        | Vorrang stoffliche Verwertung für Altholz der Kategorie A I<br>Beibehaltung der Gleichrangigkeit der stofflichen und energetischen Verwertung für AII                             | +                         | (+)      | (+)      | § 4, § 2 Nr. 4 o. § 5 |
| 20 / 21 / 28   | Anpassung von Probenahme und Probenvorbereitung<br>Mindestens monatliche Probenahme bei Anlagen, die Altholzhackschnitzel zur stofflichen Verwertung von < 6.000 Mg/a produzieren | -                         | -        | (+)      | Anhänge IV, V         |
| 22             | Fachkunde für die Probenahme                                                                                                                                                      | -                         | -        | (+)      | Anhänge IV, V         |
| 25 / 26        | Änderung des Bewertungsschemas u. der Grenzwerte für die stoffliche Verwertung                                                                                                    | -                         | -        | (+)      | Anhang II, IV         |
| 27             | Nutzung von Qualitätszeichen                                                                                                                                                      | -                         | -        | (+)      | Anhang IV             |

\* - Nr. des Novellierungsvorschlags in den Kapiteln 3 und 3.4.4

+: Auswirkungen erwartet (+) mögliche Auswirkungen – keine Auswirkungen

Quelle: eigene Zusammenstellung, FH Münster, IWARU

Es wird deutlich, dass bis auf den Novellierungsvorschlag zur Stärkung des Recyclings durch einen Vorrang der stofflichen Verwertung für separat erfasstes Altholz der Kategorie A I und der Gleichrangigkeit der stofflichen und energetischen Verwertung für Altholz der Kategorie A II (Vorschlag Nr. 11/18) keine direkten Auswirkungen zu erwarten sind. Mögliche ökonomische Auswirkungen aller weiteren hier dargestellten Novellierungsvorschläge werden qualitativ abgeschätzt.

### 5.1 Abschätzung der Auswirkungen einer Stärkung des Recyclings für ausgewählte Altholzkategorien

Im Rahmen dieses Kapitels werden die Auswirkungen der Stärkung des Recyclings auf die Stoffströme, die ökologischen und ökonomischen Aspekte dargestellt. Um die Auswirkungen auf die Stoffströme darzustellen, werden die Mengenveränderungen zwischen der stofflichen und der energetischen Verwertung in zwei verschiedenen Szenarien abgeschätzt und dem IST-Stand gegenübergestellt.

In der IST-Situation werden analog zum Stoffstrommodell in Kapitel 2.4 ca. 1,47 Mio. Mg/a stofflich und ca. 7,73 Mio. Mg/a energetisch verwertet (vgl. Tabelle 23). Ca. 0,58 Mio. Mg/a werden

beseitigt. Zusätzlich werden ca. 0,22 Mio. Mg/a zur stofflichen Verwertung exportiert. In den beiden betrachteten Szenarien 1 und 2 werden die Mengen zur Beseitigung und zum Export für die stoffliche Verwertung beibehalten und bei den weiteren Berechnungen nicht weiter berücksichtigt.

Im Szenario 1 wird eine Steigerung der stofflichen Verwertung um 0,53 Mio. Mg/a auf dann 2 Mio. Mg/a Altholz angenommen. Dieses würde einem Anteil an Altholz in der Spanplatte von ca. 40 % entsprechen.

Da der Anteil an Altholz in der Spanplatte keinen generellen technischen Beschränkungen unterliegt, wurde in einem weiteren Szenario 2 angenommen, dass dieser in der Spanplatte bis auf ca. 60 % erhöht wird. Dieses entspricht in etwa dem in Dänemark eingesetzten Altholzanteil (61 %) und berücksichtigt eine Steigerung des Recyclings um weitere ca. 20 %. Die in diesem Szenario für die stoffliche Verwertung angenommene Altholzmenge (3,24 Mio. Mg/a) stimmt darüber hinaus mit in der Literatur genannten Bereich von Altholzmenzen zur stofflichen Verwertung überein<sup>253</sup>. Die für die weiteren Betrachtungen relevanten Mengen sind in der Tabelle 23 grün umrandet. Eine Aufteilung der stofflichen verwerteten Altholzmenge in die Altholzkategorien A I und A II ist auf Grundlage der vorliegenden Daten und Informationen nicht möglich.

**Tabelle 23: Massenverteilung in den betrachteten Szenarien**

|                                     | IST<br>[Mio. Mg/a] | Szenario 1<br>[Mio. Mg/a] | Szenario 2<br>[Mio. Mg/a] |
|-------------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|
| Stoffliche Verwertung               | 1,47               | 2,00                      | 3,24                      |
| Energetische Verwertung             | 7,73               | 7,20                      | 5,96                      |
| Zwischensumme                       | <b>9,20</b>        | <b>9,20</b>               | <b>9,20</b>               |
| Beseitigung                         | 0,58               | 0,58                      | 0,58                      |
| Export zur energetischen Verwertung | 0,22               | 0,22                      | 0,22                      |
| Gesamt                              | 10,00              | 10,00                     | 10,00                     |

Quelle: eigene Ableitungen, FH Münster, IWARU

Das im Rahmen der Studie ermittelte Potenzial der Altholzkategorie A I betrug im Jahr 2016 ca. 3,8 Mio. Mg/a, das der Altholzkategorie A II weitere 5 Mio. Mg/a. Hiervon wurden im Jahr 2016 bereits ca. 1,5 Mio. Mg/a stofflich verwertet. Bei einem Vorrang der stofflichen Verwertung von Altholz der Kategorie A I kann angenommen werden, dass die zusätzlich stofflich zu verwertende Altholzmenge (Szenario 1: ca. 0,5 Mio. Mg/a; Szenario 2: 1,8 Mio. Mg/a) sich zu einem großen Teil aus Altholz der Kategorie I zusammensetzen würde. Der tatsächliche Anteil von A I-Altholz an der stofflich zu verwertenden Menge hängt dabei aber von der zukünftig tatsächlich separat erfassten A I-Altholzmenge und von weiteren regionalen Gegebenheiten ab (Transportentfernungen zur Verwertungsanlage, energetische Verwertung in Anlagen vor Ort).

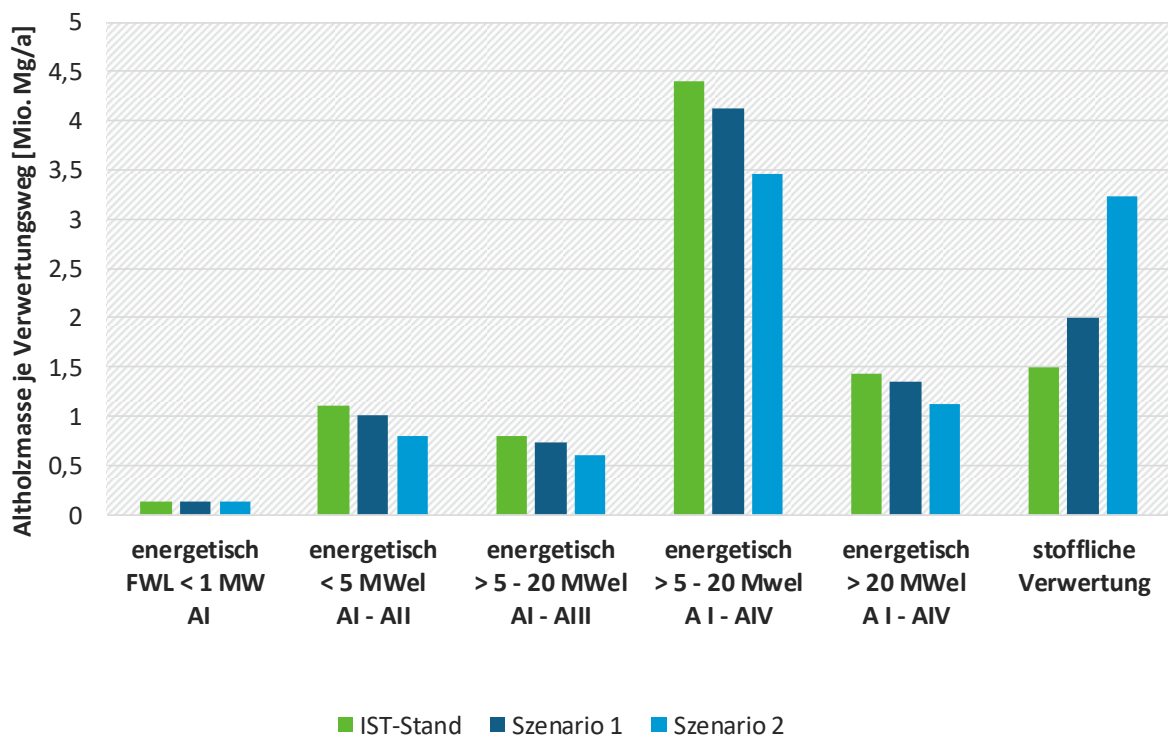
### 5.1.1 Auswirkungen auf Stoffströme

Da die Altholzmenzen zur energetischen Verwertung bei einer vermehrten stofflichen Verwertung von Altholz abnehmen würden, ist zu prüfen, welche energetischen Verwertungsanlagenkategorien in welchem Umfang betroffen wären.

<sup>253</sup> Fehrenbach, H. et al. (2017)

Hierzu wurden auf Grundlage in der Literatur vorhandene Informationen zum aktuellen Anlagenpark<sup>254 255</sup> und den im Rahmen der Studie erarbeiteten Informationen zur Altholzzusammensetzung (vgl. Abbildung 12 und Abbildung 13) abgeschätzt, wie sich die veränderten Massenströme auf die verschiedenen Anlagenkategorien der energetischen Verwertung auswirken könnten. Dazu wurden die jeweils abgeschätzten zusätzlich stofflich verwerteten Mengen gewichtet auf die verschiedenen Anlagenkategorien verteilt. Darüber hinaus wurde angenommen, dass Altholz, welches in Anlagen nach der 1. BImSchV verwertet wird, auch zukünftig vollständig dort eingesetzt wird.

**Abbildung 23: Abschätzung der Mengenentwicklung in den Verwertungswegen und Anlagenkategorien der energetischen Verwertung**



Quelle: eigene Berechnungen, FH Münster, IWARU

Die Mengenveränderungen in Szenario 1, in dem ca. 0,5 Mio. Mg/a zusätzlich stofflich verwertet werden, werden je Anlagenkategorie zur energetischen Verwertung zwischen 6 % und 8 % geringere Altholzmengen eingesetzt. Im Szenario 2 reduzieren sich die energetisch verwerteten Altholzmengen je Anlagenkategorie zwischen 21 % und 27 % (vgl. Abbildung 23).

Inwieweit die bei einer Erhöhung des Anteils der stofflichen Verwertung nicht mehr für die energetische Verwertung zur Verfügung stehenden Altholzmengen durch andere holzartige Stoffströme ersetzt werden, kann hier nicht abschließend beurteilt werden. Dieses hängt auch davon ab, ob Biomassekraftwerke, die in nächster Zukunft aus der EEG-Förderung fallen, weiter als solche betrieben oder stillgelegt werden oder ob sich die Betreiber anderen Stoffströmen zuwenden. Nach derzeitigem Stand werden im Jahr 2020 ca. elf Altholzkraftwerke mit einem Brennstoffinput von ca. 0,80 Mio. Mg/a aus der EEG-Förderung herausfallen. Bis 2023 würden Verbrennungskapazitäten von insgesamt 2,81 Mio. Mg Biomasse nicht mehr der EEG-Förderung unterliegen.<sup>256</sup> Gleichzeitig befinden sich aber mehrere Altholzkraftwerke in Planung, die bis

<sup>254</sup> Baur, F. et al. (2018)

<sup>255</sup> Flamme, S. et al. (2018)

<sup>256</sup> BAV (2016)

zum Jahr 2022 in Summe mit einer Kapazität von mindestens 660.000 Mg/a ans Netz gehen sollen.<sup>257</sup>

### 5.1.2 Ökologische Auswirkungen

Grundlage der Abschätzung der Auswirkungen einer Steigerung des Recyclings war die in Deutschland 2016 energetisch und stofflich verwertete Menge in Höhe von 9,2 Mio. Mg/a (vgl. Tabelle 23), die im IST-Stand zu 84 % energetisch und zu 16 % erst stofflich und anschließend energetisch verwertet werden (vgl. Abbildung 24).

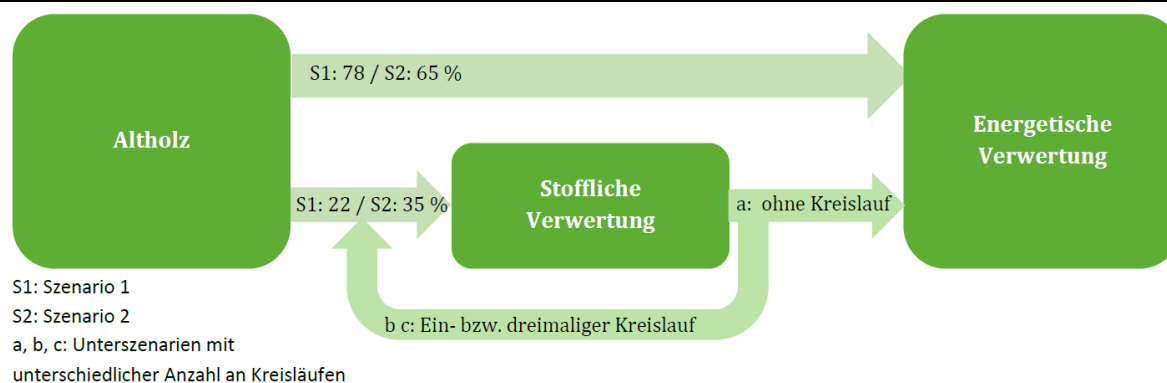
**Abbildung 24: IST-Stand**



Quelle: eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

Für die betrachteten Szenarien 1 und 2 werden die oben dargestellten Mengenveränderungen angenommen. Der Anteil der stofflichen Verwertung wird im Szenario 1 somit mit 22 % (entspricht 2 Mio. Mg/a) und im Szenario 2 mit 35 % (entspricht 3,24 Mio. Mg/a) angenommen. Darüber hinaus werden die Auswirkungen einer einmaligen Kreislaufführung (Szenarien 1b, 2b) und einer dreimaligen Kreislaufführung (Szenarien 1c, 2c) vor der energetischen Verwertung abgeschätzt (vgl. Abbildung 25).

**Abbildung 25: Betrachtete Szenarien mit höherem Anteil stofflicher Verwertung mit und ohne Kreislaufführung**



Für die Bewertung der ökologischen Auswirkungen einer Erhöhung des Anteils der stofflichen Verwertung wurden aktuelle öffentlich zugängliche Studien in Bezug auf verfügbare Kennzahlen zu CO<sub>2</sub>-Emissionen für die stoffliche und die energetische Verwertung recherchiert und zusammengestellt (vgl. Anhang **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Diese variieren in Abhängigkeit der betrachteten Szenarien, der jeweiligen Bilanzgrenzen und der betrachteten Energiebereitstellung. Eine Unterscheidung nach Altholzkategorien findet in den ökobilanziellen Betrachtungen nicht statt. Für die stoffliche Verwertung von Altholz liegen die Kennzahlen in Abhängigkeit der Kaskadenhäufigkeit zwischen

<sup>257</sup> RP-Online (2018), EUWID (2018b), Stadtwerke Dinslaken (2018), energate messenger (2017)

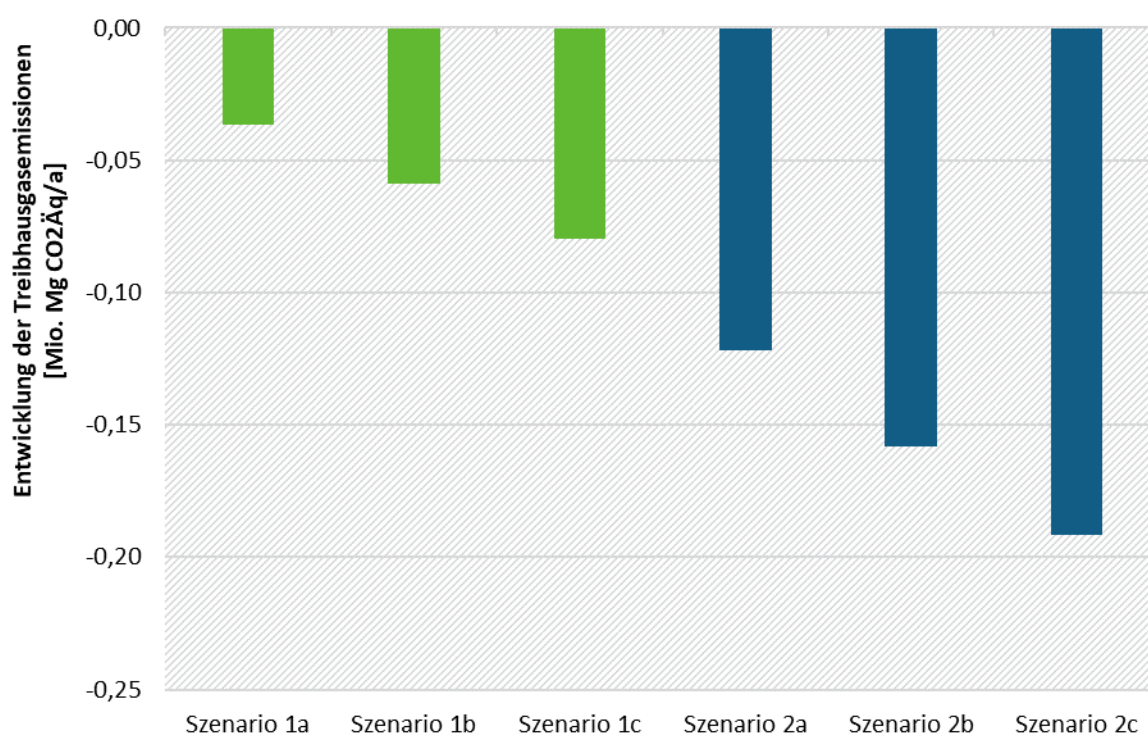


-0,151 Mg CO<sub>2</sub>-äq/Mg Altholz und -0,428 Mg CO<sub>2</sub>-äq/Mg Altholz.<sup>258</sup> Diese wurden angepasst an die Anzahl der Kreisläufe für die hier betrachteten Szenarien angesetzt. Für die energetische Verwertung von Altholz liegen die Kennzahlen zwischen - 0,154 und -0,67 Mg CO<sub>2</sub>-äq/Mg Altholz.<sup>259</sup>

Die hier genutzte CO<sub>2</sub>-Kennzahl von - 0,411 CO<sub>2</sub>-äq/Mg Altholz wurde unter Berücksichtigung aktueller Werte für den Strommix und die Wärmebereitstellung in Deutschland sowie den durchschnittlichen elektrischen und thermischen Wirkungsgraden<sup>260</sup> abgeleitet.

Auf Grundlage der oben dargestellten Annahmen werden im IST-Stand ca. 3,9 Mio. Mg CO<sub>2</sub>-äq/a eingespart. Durch eine Erhöhung der stofflich verwerteten Altholzmenge erhöht sich diese um ca. 36.000 Mg CO<sub>2</sub>-äq/a (Szenario 1) bzw. ca. 122.000 Mg CO<sub>2</sub>-äq/a (Szenario 2) (vgl. Abbildung 26).

**Abbildung 26: Zusätzliche Einsparung an Treibhausgasemissionen durch Erhöhung der stofflichen Altholzverwertung (Vergleich zum IST-Stand)**



Quelle: eigene Berechnungen, FH Münster, IWARU

Wird das Altholz darüber hinaus mehrfach stofflich verwertet, bevor es einer energetischen Verwertung zugeführt wird, so ließen sich im Szenario 1 (+ 0,5 Mio. Altholz Mg/a stofflich verwertet) zwischen 59.000 (1b, einmalige Kreislauflührung) und 80.000 Mg CO<sub>2</sub>-äq/a (1c, dreimalige Kreislauflührung) einsparen. Im Szenario 2 (+ 1,8 Mio. Mg Altholz/a stofflich verwertet) betrüngen die Einsparungen im Vergleich zum IST-Stand bei einmaliger Kreislauflührung (Szenario 2b) zusätzlich ca. 122.000 Mg CO<sub>2</sub>-äq/a, bei dreimaliger Kreislauflührung (Szenario 2c) ca. 192.000 Mg CO<sub>2</sub>-äq/a.

<sup>258</sup> Dehoust, G. et al. (2010), Gallenkemper, B. et al. (2008), Höglmeier, K. (2015), Kim, M. H.; Song H. B. (2018)

<sup>259</sup> Kim, M. H.; Song H. B. (2018), Knauf, M.; Frühwald, A. (2013), LfU (2019), Rüter, S. (2011), Umweltbundesamt (2018e)

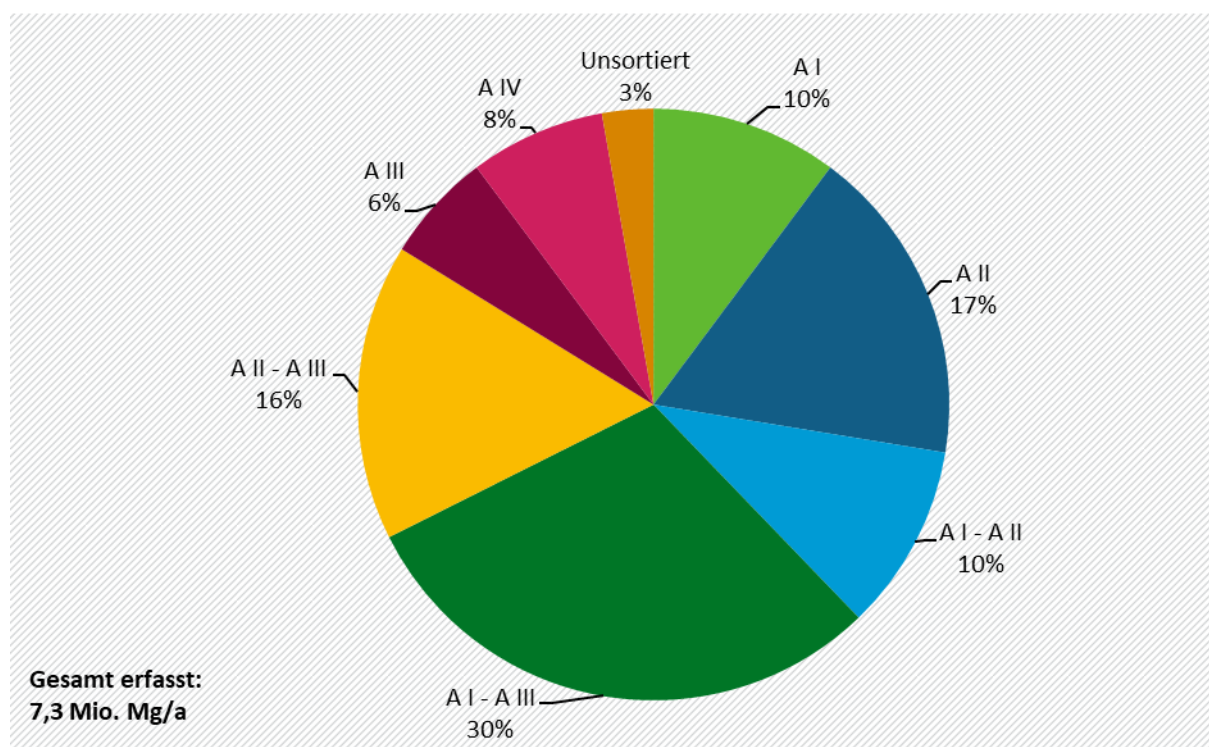
<sup>260</sup> Flamme, S. et al. (2018)

Zusammenfassend wird deutlich, dass die derzeitige Verwertung von Altholz mit den hier angesetzten Rahmenbedingungen ca. 3,9 Mio. Mg CO<sub>2</sub>-äq/a an Treibhausgasen einspart und somit bereits jetzt einen relevanten Beitrag zum Klimaschutz leistet. Dieser kann durch Erhöhung des Anteils der stofflichen Verwertung vor der energetischen Verwertung geringfügig gesteigert werden. Für die hier betrachteten Szenarien der Steigerung der stofflichen Verwertung auf 2,0 Mio. Mg Altholz/a bzw. 3,2 Mio. Mg Altholz/a würde die Einsparung der Treibhausgasemissionen um ca. 1 – 3 % steigen. Wird das Altholz mehrfach stofflich verwertet, so ergäbe sich eine Erhöhung der Einsparung an Treibhausgasen zwischen 2 und 5 %. Grundsätzlich sollte somit eine stoffliche Verwertung vor der energetischen Verwertung dort, wo wirtschaftlich darstellbar und technisch möglich, erfolgen. Die hier dargestellten Auswirkungen der stofflichen Verwertung stützen aber den Vorschlag des Vorrangs der stofflichen Verwertung für Altholz der Kategorie A I und den Gleichrang für Altholz der Kategorie A II.

### 5.1.3 Ökonomische Auswirkungen

Neben den Auswirkungen eines Vorrangs für das Altholzrecycling auf die ökologischen Aspekte waren ökonomische Auswirkungen, z. B. durch den Vorrang der stofflichen Verwertung von A I-Altholz, zu überprüfen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bereits ca. 2,7 Mio. Mg/a des von Döring und Mantau (2018) ermittelten Handelsvolumen an aufbereitetem Altholz zur stofflichen Nutzung geeignet gewesen wäre (vgl. Abbildung 27).<sup>261</sup>

**Abbildung 27: Anteile der Altholzkategorien am Handelsvolumen nach Sortierung in Deutschland für das Jahr 2016<sup>262</sup>**



Quelle: Döring, P.; Mantau, U. (2018)

Eine Steigerung des Anteils zur stofflichen Verwertung auf ca. 2 Mio. Mg/a wäre somit ohne Änderungen in der Aufbereitung und der separaten Erfassung möglich. Hier wären vor allem die

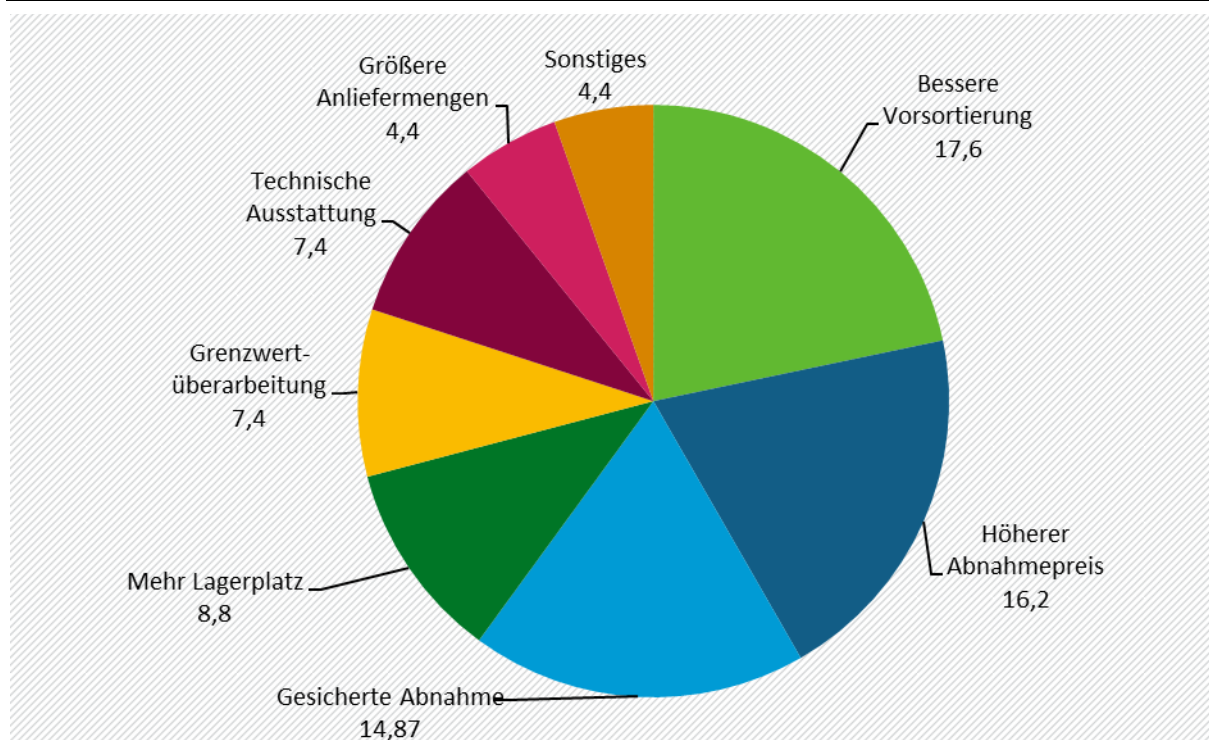
<sup>261</sup> Döring, P.; Mantau, U. (2018)

<sup>262</sup> Döring, P.; Mantau, U. (2018)



Rahmenbedingungen für eine Erhöhung der stofflichen Verwertung des bereits geeigneten Materials zu verbessern. Wesentliche Verbesserungen wären nach Auffassung von Aufbereitungsanlagenbetreibern bspw. eine bessere Vorsortierung, höhere Abnahmepreise und eine gesicherte Abnahme. Auch Ausweitung von Lagerflächen und Anpassungen der technischen Ausstattung sind relevante Aspekte (vgl. Abbildung 28).<sup>263</sup>

**Abbildung 28: Angabe von Altholzaufbereitern zu Bedingungen für eine Steigerung der Sortierung zur stofflichen Verwertung** <sup>264</sup>



Quelle: Döring, P.; Mantau, U. (2018)

Für eine zusätzlich stofflich zu verwertende Altholzmenge in Höhe von 0,5 Mio. Mg/a wären demnach lediglich zusätzliche Analysenkosten als wesentlicher Kostenblock zu berücksichtigen. Bei 500 Mg-Chargen ergäben sich ca. 1.000 Analysen/a zusätzlich. Bei angenommenen Kosten der Analysen nach Altholzverordnung zwischen 130 und 180 Euro/a (netto), würde sich somit ein zusätzlicher Aufwand für die Erstellung von Analysen von 130.000 – 180.000 Euro/a (netto) ergeben.

Soll der Anteil der stofflichen Verwertung dagegen um 1,74 Mio. Mg/a auf dann ca. 3,24 Mio. Mg/a (entspricht einem Altholzanteil in der Spanplatte von ca. 60 %) gesteigert werden, so fallen neben zusätzlichen Analysenkosten voraussichtlich auch Investitionskosten für Lagerflächen oder Anpassung der Aufbereitungstechnik an. Es würden dann ca. 3.480 Analysen zusätzlich anfallen. Die zusätzlichen Analysenkosten lägen dann bei 452.400 – 626.400 Euro/a (netto). Für die Auswirkungen auf die Altholzaufbereitungsanlagen ist zu berücksichtigen, dass bereits ca. 50 % der Betreiber eine sortenreine Sortierung durchführen.<sup>265</sup> A I/A II-Sortimente zur stofflichen Verwertung werden von ca. 33 % der Betriebe produziert. Da Betriebe, die sortenreine Fraktionen herstellen auch A I/A II-Sortimente herstellen (können), kann die Höhe der

<sup>263</sup> Döring, P.; Mantau, U. (2018)

<sup>264</sup> Döring, P.; Mantau, U. (2018)

<sup>265</sup> Döring, P.; Mantau, U. (2018)

Überschneidung nicht abgeschätzt werden. Wird hier die Anzahl an Betrieben (374), die laut Döring und Mantau (2018) Interesse an einer vermehrten Aufbereitung zur stofflichen Verwertung hätten, berücksichtigt und angenommen, dass diese auch den Anlagen entsprechen, die ihre Aufbereitung noch ausbauen würden, so wären ca. 65 % der Betriebe bereits mit entsprechenden Lagerflächen und Aufbereitungsmöglichkeiten ausgerüstet.

**Tabelle 24: Abschätzung der ökonomischen Auswirkungen einer Stärkung des Recyclings**

| Abschätzung der Investitionskosten                                               | Einheit      | Kostenansatz     |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------|
| I. Grundannahmen                                                                 |              |                  |
| Anlagen ohne sortenreine Sortierung                                              | [n]          | 528              |
| Anlagen mit Interesse an weitere stofflicher Aufbereitung                        | [n]          | 374              |
| II. Ausweitung der Lagerkapazitäten                                              |              |                  |
| Anzahl der Aufbereitungsanlagen, die Lagerkapazitäten ausbauen müssten (ca. 9 %) | [n]          | 35               |
| Investitionskosten je Aufbereitungsanlage (netto) ca.                            | [€/Anlage]   | 48.960           |
| Abschreibungskosten (19 Jahre)                                                   | [€/Anlage*a] | 2.577            |
| Kalkulatorische Zinsen (5,56 %)                                                  | [€/Anlage*a] | 1.361            |
| Jährliche Kosten je Anlage (netto)                                               | [€/Anlage*a] | 3.938            |
| <b>Jährliche Kosten Lagerflächen gesamt (netto)</b>                              | <b>[€/a]</b> | <b>137.827</b>   |
| <b>Investitionskosten Lagerflächen gesamt (netto)</b>                            | <b>[€]</b>   | <b>1.713.588</b> |
| III. Anpassung der Aufbereitungstechnik                                          |              |                  |
| Anzahl der Anlagen, die die Aufbereitungstechnik anpassen müssten (ca. 7,5 %)    | [n]          | 30               |
| Investitionskosten je Aufbereitungsanlage (netto) ca.                            | [€/Anlage]   | 30.000           |
| Abschreibungskosten (6 Jahre)                                                    | [€/Anlage*a] | 5.000            |
| Kalkulatorische Zinsen (5,56 %)                                                  | [€/Anlage*a] | 834              |
| Versicherung, Wartung, sonstiges (gesamt 4,5 %)                                  | [€/Anlage*a] | 1.350            |
| Jährliche Kosten je Anlage (netto)                                               | [€/Anlage*a] | 7.184            |
| <b>Jährliche Kosten Aufbereitungstechnik gesamt (netto)</b>                      | <b>[€/a]</b> | <b>215.520</b>   |
| <b>Investitionskosten Aufbereitungstechnik gesamt (netto)</b>                    | <b>[€]</b>   | <b>900.000</b>   |
| <b>Jährliche Kosten Aufbereiter gesamt (netto)</b>                               | <b>[€/a]</b> | <b>353.347</b>   |
| <b>Investitionskosten Aufbereiter gesamt (netto)</b>                             | <b>[€]</b>   | <b>2.613.588</b> |

Quelle: eigene Berechnungen, FH Münster, IWARU

Wird darüber hinaus angenommen, dass davon ca. 9 % (vgl. Abbildung 28) ihre Lagerflächen für eine vermehrte Sortierung zur stofflichen Verwertung ausbauen und 7,4 % ihre technische Ausstattung anpassen (vgl. Abbildung 28),<sup>266</sup> so stellen sich die Gesamt-Investitionskosten wie folgt dar (vgl. Tabelle 24).

Dabei erfolgte die Abschätzung der Kosten für die Lagerflächen auf Grundlage von Kennzahlen<sup>267 268</sup> und Erfahrungswerten. Die zusätzlich zu befestigende Fläche wurde mit ca. 10 m x 20 m (= 200 m<sup>2</sup>) angenommen und berücksichtigt anteilig auch Trennwände und Genehmigungskosten. In den Kosten für die Anpassung der Aufbereitungstechnik wurden zusätzliche Förder-technik, Anpassung der Zerkleinerung, z. B. durch neuen oder zusätzlichen Siebeinsatz, ein zusätzlicher Metallabscheider, Materialien für die Probenahme berücksichtigt.

Den hier dargestellten Kosten stehen zusätzliche Einnahmen aus der Vermarktung an die Holzwerkstoffindustrie in Höhe von 15 bis 30 €/Mg gegenüber.<sup>269</sup>

## 5.2 Abschätzung der Auswirkungen eines neuen Probenahmekonzeptes

In einem weiteren Schritt wurden die ökonomischen Auswirkungen der Änderungen, die sich aus dem neuen Probenahmekonzept ergeben, abgeschätzt. Hierzu wurden die Änderungen je Teilschritt dargestellt und deren Auswirkung qualitativ beschrieben und beurteilt (vgl. Tabelle 25).

**Tabelle 25: Ökonomische Auswirkungen des vorgeschlagenen Probenahmekonzeptes**

| Teilschritt              | Einheit | AltholzV (2002)              | Novellierungsvorschlag                                | Auswirkung                                                                                          | Beurteilung |
|--------------------------|---------|------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Art der Probenahme       |         | aus der laufenden Produktion | aus der laufenden Produktion, möglichst automatisiert | Bei automatisierter Probenahme<br>→ Kosten automatischer Probenehmer<br>→ Personalaufwand reduziert | 0/-         |
| Anzahl Einzelproben      | Stück   | 50                           | 25                                                    | Bei manueller Probenahme<br>→ reduzierte Anzahl EP<br>→ Personalaufwand reduziert                   | -           |
| Volumen Einzelprobe (EP) | Liter   | 2                            | 10 – 50 (korngrößenabhängig)                          | → größeres EP-Volumen<br>→ Personalaufwand vergleichbar, da PN einfacher durchzuführen              | 0           |
| Volumen Mischprobe (MP)  | Liter   | 100                          | 250 – 1.250 (häufig 500 – 625)                        | → größeres MP-Volumen → größeres MP-Gefäß<br>→ höherer Aufwand Probenreduktion                      | +           |

<sup>266</sup> Döring et al. (2018b)

<sup>267</sup> BKI (2018)

<sup>268</sup> HOAI (2019)

<sup>269</sup> EUWID (2019)

| Teilschritt                   | Einheit | AltholzV (2002)                                             | Novellierungsvorschlag                                                          | Auswirkung                                                                                                                                  | Beurteilung |
|-------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Probenahmegefäß               |         | Eimer am Stiel                                              | Gefäß mit entsprechender Geometrie                                              | → ggf. Investitionskosten für geeignetes Gefäß (einmalig)                                                                                   | + / 0       |
| Volumen Laborprobe            | Liter   | 500 g (entspricht ca. 2,5 Liter)                            | 10 – 20                                                                         | → ggf. höhere Kosten für<br>- Zwischenzerkleinerung der Laborprobe<br>- Zerkleinerung größerer Menge                                        | + / 0       |
| FÜ                            |         | Probenahme aus dem laufenden Betrieb, Konkretisierung fehlt | PN aus dem laufenden Betrieb (3 h, alle ¼ h eine Probe vom Band)                | → zeitlicher Aufwand der FÜ-Probenahme wie bei derzeitiger Beprobung<br>→ Aufwand für Probenhomogenisierung und -reduktion vergleichbar     | 0           |
| Optional zusätzlich:          |         |                                                             |                                                                                 |                                                                                                                                             |             |
| Probenvorbereitung Laborprobe |         |                                                             | Zwischenzerkleinerung im Labor<br>Größere Probenmenge als in aktueller AltholzV |                                                                                                                                             | +           |
| Ggf. Zwischenzerkleinerung    |         | -                                                           | ab > 150 mm auf < 80 mm Korngröße                                               | → Investitionskosten für Zerkleinerungsaggregat (einmalig)<br>→ Korngrößen > 150 mm vereinzelt<br>→ dafür geringere Volumina der Laborprobe | +           |

+: eher höhere Kosten      0: kostenneutral      -: eher niedrigere Kosten

Quelle: eigene Abschätzungen, FH Münster, IWARU

Im Vergleich zu der bisherigen Vorgehensweise treten höhere Kosten i. W. nur auf, wenn die entnommene Probe aufgrund großer Korngrößen vor der Probenreduktion einer Zwischenzerkleinerung bedarf. In diesem Fall wird das Volumen der Laborprobe dann aber an die Korngröße der zwischenzerkleinerten Korngröße angepasst (z. B. 10 Liter bei < 80 mm), wodurch sich der Probenvorbereitungsaufwand im Labor reduzieren würde.

Der ggf. etwas erhöhte Personalaufwand bei der Probenhomogenisierung und -reduktion wird im neuen Probenahmekonzept durch den reduzierten Personalaufwand für die Probenahme (reduzierte Anzahl an Einzelproben) ausgeglichen.

Ein geringer Mehraufwand ergibt sich für die Probenvorbereitung im Labor durch das größere Volumen der Laborprobe (10 – 20 Liter statt 250 g).

Relevante Kosten treten i. W. auf, wenn die entnommene Probe aufgrund großer Korngrößen vor der Probenreduktion einer Zwischenzerkleinerung bedarf.



### 5.3 Abschätzung der Auswirkungen der Definition der Fachkunde für die Probenahme

Bislang waren die Anforderungen an Personen, die die Probenahme im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung durchführen, nicht ausreichend definiert. Mögliche Inhalte wurden in Anhang **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** definiert. Für die Abschätzung der ökonomischen Auswirkungen der Festlegungen zur Fachkunde wird davon ausgegangen, dass die Schulung in regelmäßigen Abständen (z. B. alle fünf Jahre) wiederholt wird. Darüber hinaus ist anzunehmen, dass in Abhängigkeit der Anlagengröße ein bis zwei Personen die erforderliche Fachkunde nachweisen. Es wird von einem eintägigen Lehrgang ausgegangen. Für Anlagen, die ausschließlich Material zur energetischen Verwertung aufbereiten, könnte ggf. ein halbtägiger Lehrgang ausreichen, in dem die Besonderheiten der Probenahme von vorgebrochenem Altholz sowie die Ansprache von und der Umgang mit Materialien höherer Altholzkategorien theoretisch und praktisch vermittelt werden. Zudem ist eine Sortierung nur bei Altholzhackschnitzeln für energetische Verwertungsanlagen mit eingegrenztem Altholzspektrum (AI – AII, AI – AIII) erforderlich.

Aktuelle Kosten für Schulungen zur Probenahme liegen zwischen 300 und 400 Euro/Schulung. In nachfolgender Tabelle 26 werden die spezifischen Kosten je geschulter Person und Jahr ermittelt.

**Tabelle 26: Abschätzung der ökonomischen Auswirkungen der Definition der Fachkunde für die Probenahme je geschulter Person**

| Kostenart                                          | Einheit      | Kosten    |
|----------------------------------------------------|--------------|-----------|
| Lehrgangskosten                                    | [€/Lehrgang] | 350       |
| Zeitaufwand (inkl. An- und Abreise)                | [h/Lehrgang] | 10 - 12   |
| Spezifische Lohnkosten                             | [€/h]        | 31        |
| Lohnkosten                                         | [€/Lehrgang] | 310 - 372 |
| Kosten je fachkundiger Person und Lehrgang         | [€/Lehrgang] | 660 - 722 |
| Auffrischung alle 5 Jahre                          |              |           |
| Spezifische Kosten je fachkundiger Person und Jahr | [€/Person*a] | 132 - 145 |

Quelle: eigene Abschätzungen, FH Münster, IWARU

In Abhängigkeit der Entfernung zwischen Aufbereitungsanlage und Schulungsort sind darüber hinaus Reisekosten anzusetzen.

Wird je Aufbereitungsanlage eine Person geschult, so belaufen sich die Gesamtkosten für den Erwerb und den Erhalt der Fachkunde zur Probenahme zwischen ca. 140.000 €/a und 153.000 €/a zzgl. Reisekosten (=spezifische Kosten je fachkundiger Person und Jahr \* 1.056 Aufbereitungsanlagen). Da ein Teil der Aufbereitungsanlagen auch heute schon geschultes Personal zur Probenahme einsetzt, fallen die dargestellten Kosten nicht in jeder Anlage als Zusatzkosten an. Eine Aussage zum Anteil der Aufbereitungsanlagen ohne zur Probenahme geschultes Personal ist jedoch nicht möglich.

## 5.4 Abschätzung der Auswirkungen der Änderung des Bewertungsschemas und der zugehörigen Grenzwerte

Mit dem Wechsel hin zu einem Median und einem 80. Perzentil-Grenzwert über die letzten zehn aufeinanderfolgenden Analysenwerte soll eine an die Verteilung von Analysenergebnissen von Altholz angepasste statistische Bewertungssystematik für derzeit zugelassene Altholzsortimente zur stofflichen Verwertung eingeführt werden. Änderungen bei den Stoffströmen und den ökologischen Aspekten, die auf der Änderung des Bewertungsschemas und der zugehörigen Grenzwerte basieren, werden nicht erwartet. Im Folgenden werden daher nur mögliche Auswirkungen auf die ökonomischen Aspekte beschrieben.

Die vorgeschlagene Reduktion des Parameterumfangs hat in Abhängigkeit der tatsächlichen Umsetzung ggf. geringe Kostenreduktionen zur Folge. Wird lediglich der Parameter Fluor nicht mehr bestimmt, ist nur eine marginale Kostenreduktion (max. 3 – 5 %) zu erwarten, da dieser Parameter i. d. R. gemeinsam mit Chlor analysiert wird. Auch ein Verzicht auf die Parameter Quecksilber und PCB hat nur geringe ökonomische Auswirkungen, da diese bislang nur im Rahmen der Fremdüberwachung analysiert werden, die nach AltholzV vierteljährlich und unabhängig vom Anlagendurchsatz stattfindet.

**Tabelle 27: Auswirkungen des Bewertungskonzeptes und der Grenzwertvorschläge**

|                  | AltholzV (2002)                                                                    | Novellierungsvorschlag                                      | Auswirkung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Bewertung |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Bewertungsschema | Einzelwertanalyse (GW + 25 %) und gleitendes arithm. Mittel der letzten 4 Analysen | Gleitender Median und 80. Perzentil der 10 letzten Analysen | → Anpassung der Bewertung an die lognormale Verteilung von Altholzanalysen<br>→ Berücksichtigung der Analysenunsicherheiten von der Probenahme bis zur Datenauswertung<br>→ Rechtssicherheit für Aufbereiter u. Verwerter<br>→ Auswertetool, das das neue Bewertungskonzept berücksichtigt, erforderlich<br>→ kostenneutral | +/0       |
| Parameterumfang  | As, Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, Cl F, PCP, PCB                                             | As, Pb, Cd, Cr, Cu, Cl, PCP                                 | → Parameterumfang reduziert (F, ggf. auch Hg und PCB)<br>→ F wurde bei jeder 500 Mg-Charge analysiert;<br>→ Hg und PCB nur bei der Fremdüberwachung analysiert<br>→ leichte Kostenreduktion, deren Höhe von dem Umfang der reduzierten Parameter abhängig ist                                                               | 0/-       |
| Höhe Grenzwert   |                                                                                    |                                                             | → auf Grundlage aktueller Qualitäten von Altholzhackschnitzeln zur stofflichen Verwertung statistisch abgeleitet                                                                                                                                                                                                            | 0         |

|  | AltholzV (2002) | Novellierungsvorschlag | Auswirkung                                    | Bewertung |
|--|-----------------|------------------------|-----------------------------------------------|-----------|
|  |                 |                        | → keine Änderungen der Qualitäten zu erwarten |           |

+: eher höhere Kosten      0: kostenneutral      -: eher niedrigere Kosten

Quelle: eigene Abschätzungen, FH Münster, IWARU

## 5.5 Abschätzung der Auswirkungen der Nutzung eines Qualitätszeichens

Die Nutzung eines Qualitätszeichens dürfte auch in einer novellierten AltholzV auf freiwilliger Basis erfolgen. Dabei ist die Nutzung eines Qualitätszeichens i. d. R. mit Kosten, wie z. B. der Mitgliedschaft in einem Verein (z. B. einer Gütegemeinschaft) bzw. Entgelte für die Führung eines Qualitätszeichens, verbunden.

Führt eine entsprechende Qualitätssicherung und / oder die Nutzung eines Qualitätszeichens zu Möglichkeiten wie z. B. einer Abweichung von Zwischenlagerung (resultierend aus § 6 (4) AltholzV) und / oder von der Chargengröße (nach § 6 (2) AltholzV) (z. B. 750 oder bis 1.500 Mg statt 500 Mg), so könnte diese auch kostentechnisch vorteilhaft sein.

So führt diese zu einem reduzierten Bedarf an Lagerflächen; d. h. grundsätzlich wäre es möglich, den Durchsatz einer Aufbereitungsanlage in einem gewissen Umfang zu steigern. Eine Abweichung von der Chargengröße würde zu einer Reduktion der Personalkosten für die Probenahme und die Analysenkosten führen.

## 6 Erfüllungsaufwand

Für die in Kapitel 5.1 beschriebenen Auswirkungen einer Stärkung des Recyclings für ausgewählte Altholzkategorien wurde der Erfüllungsaufwand anhand des Leitfadens zur Ermittlung und Darstellung des Erfüllungsaufwands<sup>270</sup> abgeschätzt. Eine Bündelung von einzelnen Vorgaben zu Prozessen war hierbei nicht erforderlich. Generell wurde nach einer Abschätzung der Fallzahlen der Aufwand pro Fall ermittelt und daraus der Gesamtaufwand berechnet.

Bei der Ermittlung der Erfüllungskosten der Verwaltung wurde vorausgesetzt, dass für einen Teil der betroffenen Aufbereitungsanlagen im Rahmen der Erweiterung der Lagerflächen Bauanträge zu stellen sind.

Hinzu kommt voraussichtlich ein höherer Überprüfungsaufwand für die Behörden.

Einmalige Umstellungskosten für die Verwaltung werden voraussichtlich nicht in relevantem Umfang anfallen. Insofern wurden lediglich die zusätzlichen jährlichen Kosten berechnet, die aus der Bearbeitung von Anträgen und Anfragen und aus dem Überprüfungsaufwand resultieren.

Die Ergebnisse aus den Berechnungen sind in Tabelle 28 dargestellt.

**Tabelle 28: Erfüllungskosten der Verwaltung**

|     |                                                                  | Einheit      | Kosten-<br>ansatz | Bemerkung                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I.  | Bearbeitung von Anfragen, Anträgen und Erstellung von Bescheiden | [Fälle/a]    | 20                | Annahme                                                                                                                                                                                                                                             |
|     | Gesamtzeit Bearbeitung je Fall                                   | h            | 8                 | Annahme                                                                                                                                                                                                                                             |
|     | Gesamtzeit Bearbeitung                                           | [h/a]        | 160               |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|     | Personalkosten                                                   | [€/h]        | 31,50             | Lohnkosten gemäß Leitfaden Anhang VII Kommune, mittlerer Dienst                                                                                                                                                                                     |
|     | <b>jährliche Personalkosten</b>                                  | <b>[€/a]</b> | <b>5.040</b>      |                                                                                                                                                                                                                                                     |
| II. | Überprüfungsaufwand                                              | [Fälle /a]   | 100               | Lt. Döring und Mantau (2018): weisen ca. 160 Anlagen einen Durchsatz von über 10.000 Mg/a Altholz auf und unterliegen somit der Überwachung nach sog. IED-Richtlinie. Bei 1.056 Anlagen verbleiben ca. 900 Anlagen, die hier berücksichtigt wurden. |
|     | Gesamtzeit Bearbeitung je Fall                                   | [h/Fall]     | 40                | Aufwand für Prüfung der Papierlage, keine Vorort-Begehung                                                                                                                                                                                           |
|     | Gesamtzeit Bearbeitung                                           | [h/a]        | 400               |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|     | Personalkosten                                                   | [€/h]        | 31,50             | Lohnkosten gemäß Leitfaden Anhang VII Kommune, mittlerer Dienst                                                                                                                                                                                     |
|     | <b>jährliche Personalkosten</b>                                  | <b>[€/a]</b> | <b>12.600</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|     | <b>Jährliche Personalkosten gesamt</b>                           | <b>[€/a]</b> | <b>17.640</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                     |

Quelle: eigene Abschätzungen, FH Münster, IWARU

<sup>270</sup> Statistisches Bundesamt (DESTATIS) (2018f)

Die Gesamtkosten der Industrie wurden anhand der in Kap. 5 dargestellten Annahmen und Berechnungen abgeschätzt.

Die so erzielten Gesamtergebnisse für den Erfüllungsaufwand werden nachfolgend, dem Anhang III des Leitfadens zur Ermittlung und Darstellung des Erfüllungsaufwands in Regelungsvorhaben der Bundesregierung entsprechend, aufgeführt.

## A. Problem und Ziel

Novellierung der Altholzverordnung zur Anpassung an die geänderten gesetzlichen und technischen Voraussetzungen.

## B. Lösung

Annahme der im Bericht beschriebenen Änderungsvorschläge.

## C. Alternativen

Aufgrund der geänderten europäischen Gesetzesvorgaben ist eine Novellierung der AltholzV zwingend erforderlich.

Zu den Änderungsvorschlägen, deren Auswirkungen in Kap. 5 vorgestellt werden, sind aus Sicht der Autoren keine sinnvollen Regelungsalternativen vorhanden.

## D. Haushaltsaufgaben ohne Erfüllungsaufwand

Es entstehen keine Haushaltsausgaben ohne Erfüllungsaufwand.

## E. Erfüllungsaufwand

### E.1 Erfüllungsaufwand für Bürgerinnen und Bürger

Für Bürgerinnen und Bürger entsteht durch die im Bericht vorgestellten Änderungsvorschläge kein zusätzlicher Erfüllungsaufwand.

### E.2 Erfüllungsaufwand für die Wirtschaft

Durch die Umsetzung der Vorschläge entsteht für die Wirtschaft ein nachfolgend zusammengefasster Erfüllungsaufwand.

| Kostenblock                                                         | Einheit | Stoffliche Verwertung von 2 Mio. Mg/a (ca. 0,5 Mio Mg/a zusätzlich) | Stoffliche Verwertung von 3,24 Mio. Mg/a (ca. 1,74 Mio. Mg/a zusätzlich) |
|---------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Analysenkosten                                                      | [€/a]   | 130.000 – 180.000                                                   | 452.000 – 626.400                                                        |
| Erwerb und Erhalt der Fachkunde zur Probenahme                      | [€/a]   | 140.000 – 150.000                                                   | 140.000 – 150.000                                                        |
| Erweiterte Lagerkapazität/Anpassung Aufbereitungstechnik (gerundet) | [€/a]   | Nicht erforderlich                                                  | 353.000                                                                  |
| Summe jährliche Kosten                                              | [€/a]   | <b>270.000 – 330.000</b>                                            | <b>945.000 – 1.129.400</b>                                               |
| Spezifische Kosten (je zusätzlich stofflich verwerteter Mg)         | [€/Mg]  | <b>0,51 – 0,63</b>                                                  | <b>0,54 – 0,65</b>                                                       |

Quelle: eigene Abschätzungen, FH Münster, IWARU

Den dargestellten Kosten stehen Einnahmen für die Vermarktung an die Holzwerkstoffindustrie gegenüber. In wie weit diese durch die Beschaffungskosten für Brennstoffe bei den Altholzkraftwerken reduziert werden, kann nicht abgeschätzt werden.

### *E.3 Erfüllungsaufwand der Verwaltung*

Durch die Umsetzung der Vorschläge entsteht ein jährlicher Erfüllungsaufwand für die Verwaltung auf Ebene der Länder in Höhe von **17.640** Euro (vgl. Tabelle 28).

### **F. Weitere Kosten**

Auswirkungen auf Einzelpreise, das Preisniveau, insbesondere auf das Verbraucherpreisniveau, sind nicht zu erwarten.



## 7 Zusammenfassung

Seit Inkrafttreten der Altholzverordnung im Jahr 2002 haben sich diverse Veränderungen gegenüber dem damaligen Stand der Technik ergeben, die u. a. rechtliche Rahmenbedingungen sowie die Aufbereitungstechnik und die Qualitätsüberprüfung betreffen. Mit dem vorliegenden Projekt sollten die Regelungen der bestehenden Altholzverordnung<sup>271</sup> im Hinblick auf eine notwendige Novellierung überprüft und praxisnahe Anpassungsvorschläge erarbeitet werden.

Wesentliche Grundlage für die Bearbeitung waren vorhandene Literatur- und Datenquellen<sup>272 273</sup> sowie Erfahrungen von und Gespräche mit verschiedenen Expertinnen und Experten aus den betroffenen Bereichen. Das Projekt wurde regelmäßig mit einem Begleitkreis diskutiert, der den jeweils erarbeiteten Stand im Rahmen von vier Workshops eingeordnet und das Projekt fachlich unterstützt hat.

### ► Aktuelle Situation am Altholzmarkt

Das Altholzaufkommen betrug im Jahr 2016 ca. 10 Mio. Mg/a, wobei relevante Mengen vor allem im Bau- und Abbruchbereich sowie in der Holzbe- und -verarbeitung anfielen (vgl. Kapitel 2.4). Holz aus dem Sperrmüll, aus Siedlungsabfällen sowie aus dem Netto-Import hatte demgegenüber deutlich geringere Anteile. Das insgesamt in Deutschland anfallende Altholz setzte sich im Jahr 2016 überwiegend aus den Kategorien A I (38 %) und A II (50 %) und damit aus den Altholzkategorien zusammen, die sowohl stofflich, als auch energetisch verwertet werden können. Altholz der Kategorie A III hatte kaum eine Bedeutung (1 %).

Die Kategorie A IV hatte einen Anteil von ca. 11 % am Gesamtaufkommen und stammte überwiegend aus dem Bau- und Abbruchbereich sowie aus dem Netto-Import. Die hier dargestellte Zusammensetzung des Altholzes in Deutschland ist dabei als Potenzial zu sehen, da Altholzgemische (wie z. B. Sperrmüll) den einzelnen Altholzkategorien und nicht, wie nach der Regelvermutung, vollständig der Kategorie A III zugeordnet wurden.

Der überwiegende Anteil des anfallenden Altholzes wurde vor der Verwertung in entsprechenden Anlagen aufbereitet. Von den 1.056 Altholzaufbereitungsanlagen (im Jahr 2016) wiesen ca. 75 % Aufbereitungskapazitäten von weniger als 5.000 Mg/a auf.

Große Aufbereitungsanlagen (> 50.000 Mg/a) hatten einen Anteil von 4 % an den Anlagen und bereiteten ca. 50 % des Altholzes auf. Altholz wurde in Deutschland (2016, ca. 10,0 Mio. Mg) zu ca. 79 % energetisch und zu ca. 15 % stofflich verwertet; ca. 6 % wurden beseitigt.

Im Rahmen der Evaluierung wurde die Altholzverordnung (2002) vollständig überprüft (vgl. Kapitel 3). Zentrales Ergebnis ist, dass die Struktur und die Ziele der separaten Erfassung, Aufbereitung und anschließenden Verwertung sich in der Praxis bewährt haben und beibehalten werden sollten. Zur Anpassung an den aktuellen Stand wurden Änderungsvorschläge erarbeitet und bewertet. Relevante Aspekte sind hier zusammengefasst.

### ► Erfassung und Lenkung von Altholzströmen

Lenkungswirksame Vorgaben der Altholzverordnung sind die getrennte Erfassung an der Anfallstelle (§ 10 AltholzV) und die Zuordnung zu Altholzkategorien (Anhang 1 AltholzV). Diese haben

<sup>271</sup> Bundesregierung (2002a)

<sup>272</sup> Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b)

<sup>273</sup> Döring, P. et al. (2018a)

<sup>274</sup> Döring, P., Mantau, U. (2018)

<sup>275</sup> Schüler, K. (2018)

sich in der Praxis bewährt. Lediglich bei der Altholzkategorie III wird Anpassungsbedarf gesehen, da die jetzige Definition „...halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung“ ein großes Spektrum an Stoffen abdeckt, die mit der Formulierung nicht gemeint waren. Hier wurde eine Konkretisierung der Formulierung vorgeschlagen, die das PVC in der Beschichtung adressiert.

Darüber hinaus wurde die Sachkunde, die nach aktueller AltholzV für die Zuordnung von Altholz zu verschiedenen Altholzkategorien erforderlich ist, konkretisiert. Dabei wurden auch verschiedene Echtzeitanalysesysteme (RFA; NIR; XRT), die die Zuordnung von Altholz unterstützen können, berücksichtigt.

### ► **Stärkung der Vorbereitung zur Wiederverwendung und des Recyclings**

Mit Einführung der fünfstufigen Abfallhierarchie durch die europäische Abfallrahmenrichtlinie<sup>276</sup> und deren Umsetzung im Kreislaufwirtschaftsgesetz<sup>277</sup> haben die Abfallvermeidung und die Vorbereitung zur Wiederverwendung Vorrang vor dem Recycling und der energetischen Verwertung. Auch wenn das Potenzial der Vorbereitung zur Wiederverwendung für Altholz als eher gering eingestuft wird, wird empfohlen, diese für Teilfraktionen des Sperrmülls oder aus dem selektiven Rückbau durch Aufnahme in eine novellierte AltholzV zu stärken (vgl. Kapitel 3.2.1).

Der stofflich verwertete Altholzanteil, der fast ausschließlich in der Holzwerkstoffindustrie zur Herstellung von Spanplatten genutzt wird, betrug im Jahr 2016 ca. 1,5 Mio. Mg.<sup>278</sup> Da diesem ca. ca. 9 Mio. Mg/a an A I- und A II-Altholz gegenüberstanden und es aber keine generellen technischen Beschränkungen bezüglich des Altholzanteils in Spanplatten gibt, wäre der Einsatz von Altholz in der Spanplattenindustrie zu steigern. Der VHI spricht von einem Einsatz von ca. 2 Mio. Mg/a, was einem Anstieg des Altholzanteils in der Spanplatte von 27 % (2016) auf dann ca. 40 % entspricht. Im europäischen Ausland produzierte Spanplatten enthalten z. B. Altholzanteile von 61 % (Dänemark) bis zu 90 % (Italien),<sup>279</sup> so dass ggf. auch noch weitere Altholzmengen stofflich verwertbar wären.

Dabei ist ein möglichst hoher Einsatz an A I-Altholz bei der stofflichen Verwertung anzustreben, um die mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz unterstützte Kaskadennutzung so in besonderem Maße zu stärken. Einschränkend ist zu berücksichtigen, dass A I-Altholz nicht vollständig separat erfasst wird bzw. erfasst werden kann, Altholz der Kategorie A I auch in Feuerungsanlagen nach der 1. BImSchV eingesetzt wird, was auch zukünftig möglich bleiben soll und Spanplattenwerke regionale Schwerpunkte aufweisen (vgl. Kapitel 2.2). Eine ausschließliche stoffliche Verwertung von A I-Altholz hätte dann z. T. lange Transportentfernungen zur Folge. Daher sollte es auch zukünftig möglich sein, A I- und A II-Althölzer bei Einhaltung einer entsprechenden Qualität einer stofflichen Verwertung zuzuführen. Es wird daher eine altholzklassenspezifische Zuordnung zu Verwertungswegen vorgeschlagen, mit einem Vorrang für die stoffliche Verwertung von Altholz der Klasse A I und einem Gleichrang der stofflichen und energetischen Verwertung von Altholz der Klasse A II, sofern bei der energetischen Verwertung Anlagen mit einer entsprechenden Energieeffizienz genutzt werden.

### ► **Neue Holzprodukte**

In den letzten Jahren werden sogenannte Holz-Polymer-Verbundstoffe (Wood-Plastic-Composites, WPC), vor allem im Außenbereich eingesetzt. In Deutschland gehen derzeit ca. 60.000 Mg/a

<sup>276</sup> Europäisches Parlament und Rat der EU (2008b)

<sup>277</sup> Bundesregierung (2012)

<sup>278</sup> Döring, P. et al. (2018a)

<sup>279</sup> Strohmeyer, A. (2019)

Holz-Polymer-Verbundstoffe in den Markt. Mit einem relevanten Rücklauf im Entsorgungsmarkt wird in ca. fünf bis zehn Jahren gerechnet.<sup>280</sup>

Grundsätzlich setzen sich WPC aus Holzfasern oder Holzmehlen (30 – 85 %), Kunststoff (15 – 70 %) und Additiven (0,2 – 4 %) zusammen, deren Anteile in Abhängigkeit des Einsatzbereiches variieren. Da die Verfahren zur energetischen Verwertung von Altholz nicht auf hohe Kunststoffanteile ausgelegt sind und Altholz-WPC-Gemische nicht für eine Verwertung in der Holzwerkstoffindustrie geeignet sind, wird empfohlen, WPC bei der Novellierung der Altholzverordnung explizit vom Altholzbegriff auszuschließen.

### ► **Stand der Aufbereitungstechnik und Möglichkeiten zur Schadstoffentfrachtung**

In Abhängigkeit des Anlageninputs und der Anlagengröße variieren die eingesetzten Aufbereitungsaggregate, mit denen v. a. die Herabsetzung der Korngrößen, die Beeinflussung der Korngrößenverteilung und die Ausschleusung von Störstoffen erfolgen soll.<sup>281</sup> In der derzeitigen Altholzverordnung wird die Ausgestaltung der Altholzaufbereitung nicht spezifiziert. Auch wenn aktuellere Verordnungen teilweise Mindestanforderungen an die Aufbereitung (z. B. § 6 Abs. 1 GewAbfV<sup>282</sup>) definieren, ist dieses für die Altholzaufbereitung nicht zielführend, da Aufbereitungsanlagen mit dem Ziel errichtet werden, die aufbereiteten Outputströme zu verwerten. Die technische Ausgestaltung ist somit über das aufzubereitende Material, den Verwertungsweg und die hierfür erforderlichen Qualitäten definiert. Dieses sollte bei einer Novellierung der AltholzV beibehalten werden, was über die Definition der Altholzsortimente sowie der erforderlichen Qualitäten für die Verwertung von Altholz erreicht werden kann.

### ► **Qualitätssicherung bei der Altholzaufbereitung und Verwertung**

Im Rahmen der Qualitätssicherung bei der Altholzaufbereitung und -verwertung wurden die Aspekte der Probenahme, Probenaufbereitung, Analytik, Datenauswertung und Bewertung von Analysen vollständig aktualisiert und in einem angepassten Probenahmekonzept zusammengeführt. Dabei ist eine automatisierte Probenahme zu bevorzugen, da mit dieser eine regelmäßige unabhängige Entnahme von Einzelproben gewährleistet werden kann.

Die prozessbegleitende Probenahme sowie die grundsätzliche Chargengröße (500 Mg) wurde beibehalten und für kleine Anlagen (weniger als 6.000 Mg/a Altholzhackschnitzel zur stofflichen Verwertung) dahingehend angepasst, dass mindestens Monatsmischproben untersucht werden sollen. Anlagen mit sehr hohen Durchsätzen sollten von der 500 Mg-Charge hin zu größeren Chargen abweichen können, wenn die sichere Einhaltung der Grenzwerte über einen definierten Zeitraum nachgewiesen wurde und ein adäquates Qualitätssicherungssystem verwendet wird.

Darüber hinaus wurden ein Vorschlag für die Fachkunde des Personals für die Probenahme erarbeitet sowie die Analytik und die Qualitätsprüfung in der Eigen- und Fremdüberwachung überprüft und angepasst.

Die Beurteilung der Altholzhackschnitzel zur stofflichen Verwertung wurde ebenfalls überarbeitet und an die asymmetrisch linkssteile (lognormale) Analysenverteilung,<sup>283</sup> die auch für die Parameter der Altholzverordnung für Hackschnitzel zur stofflichen Verwertung bestätigt werden konnte,<sup>284</sup> angepasst. Da die aktuelle Beurteilung des gleitenden Durchschnitts als arithmetischer Mittelwert (gemäß § 3 Abs. 1 AltholzV) eine Normalverteilung der Analysenwerte voraussetzt, wurde ein Wechsel zu den verteilungsunabhängigen Lageparametern Median und 80.

<sup>280</sup> Strohmeyer, A. (2019)

<sup>281</sup> VDI (2016)

<sup>282</sup> Bundesregierung (2017a)

<sup>283</sup> Uerkvitz, R.; Goetz, D. (1997)

<sup>284</sup> Flamme, S. et al. (2019)

Perzentil abgeleitet und vorgeschlagen. Dabei soll die statistische Datenauswertung (Median / 80. Perzentil) zukünftig über zehn Werte und in Form einer gleitenden Betrachtung erfolgen. Diese Art der Bewertung ist in Österreich mit der aktuellen RecyclingholzV<sup>285</sup> bereits umgesetzt. Im Rahmen der DIN EN 15359<sup>286</sup> und im RAL-GZ 724<sup>287</sup> wird ebenfalls eine Bewertung über die genannten Lageparameter, allerdings als abgeschlossenes Zehner-Intervall, vorgenommen. Zudem wurde diese Bewertung bereits in die VDI 3462 Blatt 4<sup>288</sup> sowie in Genehmigungen von Mitverbrennungsanlagen sowie EBS-Kraftwerken aufgenommen.

Bei einem Wechsel zu einer Auswertung der Lageparameter Median und 80. Perzentil ist eine Festlegung entsprechender Grenzwerte erforderlich, die ebenfalls abgeleitet wurden. Grundlage waren Daten aus dem Projekt „Erstellung einer wissenschaftlichen Empfehlung zur prozessbegleitenden Probenahme und Analytik von Altholz“,<sup>289</sup> in dem das angepasste Probenahmekonzept in 20 verschiedenen Aufbereitungsanlagen umgesetzt wurde. Die entnommenen Proben (zehn je Anlage) wurden auf die Parameter der Altholzverordnung (2002) untersucht. Für die Abschätzung der aktuellen Qualitäten von Altholzhackschnitzeln in Verbindung mit dem vorgeschlagenen Bewertungssystem wurden die verteilungsunabhängigen Lageparameter Median und 80. Perzentil, unter Berücksichtigung von jeweils zehn Analysen mit Hilfe des Zufallsgenerators abgeleitet.

#### ► **Abschätzung möglicher Auswirkungen der Novellierungsvorschläge auf die Stoffströme sowie ökologische und ökonomische Aspekte**

Die Stärkung des Recyclings wurde intensiver auf mögliche Auswirkungen auf die Stoffströme sowie ökologische und ökonomische Aspekte untersucht. Hierzu wurden zwei verschiedene Szenarien geprüft. In Szenario 1 wurde die stofflich verwertete Altholzmenge auf 2 Mio. Mg/a erhöht; für Szenario 2 wurde ein Altholzanteil in der Spanplatte von ca. 60 % bei gleichbleibender Spanplattenproduktion angenommen, was einer stofflich verwerteten Altholzmenge von 3,2 Mio. Mg/a entspricht. Für die energetische Verwertung wären die zusätzlich stofflich verwerteten Mengen dann nicht mehr verfügbar, so dass je Anlagenkategorie zwischen 6 % und 8 % (Szenario 1) bzw. 21 % und 27 % geringere Altholzmengen (Szenario 2) eingesetzt würden.

Die mit den derzeitigen Verwertungswegen und den hier angesetzten Rahmenbedingungen eingesparten Treibhausgase in Höhe von ca. 3,9 Mio. Mg CO<sub>2</sub>-äq/a würden um weitere 1 – 3 % erhöht. Wird das Altholz mehrfach stofflich verwertet, so erhöht sich die zusätzliche Einsparung an Treibhausgasen auf 2 bis 5 %. Somit kann der durch die aktuelle Altholzverwertung vorhandene relevante Beitrag zum Klimaschutz durch eine Erhöhung des Anteils der stofflichen vor der energetischen Verwertung noch geringfügig gesteigert werden. Grundsätzlich sollte somit eine stoffliche vor der energetischen Verwertung angestrebt werden, was den Vorschlag des Vorrangs der stofflichen Verwertung für A I-Altholz sowie den Gleichrang für A II-Altholz stützt.

Für die zusätzlich stofflich zu verwertenden Mengen wurden spezifische Kosten zwischen 0,51 und 0,65 €/Mg abgeschätzt, worin die Kosten für zusätzliche Analysen, für den Erwerb und Erhalt der Fachkunde für die Probenahme sowie im Szenario 2 zusätzlich abgeschätzte tlw. erforderliche Erweiterungen von Lagerkapazitäten und Anpassungen der Aufbereitungstechnik enthalten sind.

<sup>285</sup> Bundesregierung Österreich (2018)

<sup>286</sup> DIN EN 15359 (2012)

<sup>287</sup> RAL (2012)

<sup>288</sup> VDI (2009)

<sup>289</sup> Flamme, S. et al. (2019), Schrägle, R. (2015), LfU (2015)

In Folge der Anpassungen der Probenahme, des Bewertungskonzeptes und der zugehörigen Grenzwerte werden keine Auswirkungen auf die Stoffströme und die ökologischen Aspekte erwartet. Auch die qualitative Bewertung der ökonomischen Auswirkungen lässt keine relevanten Änderungen erwarten. Bei der Probenaufbereitung könnte die Durchführung einer Zwischenzerkleinerung vor der Probenreduktion weitere Kosten verursachen. Dieses würde aber nur vereinzelt erforderlich und durch einen geringeren nachgelagerten Aufwand (z. B. beim Probenversand, bei der Probenaufbereitung im Labor) wieder reduziert.

## 8 Quellenverzeichnis

### ► Literaturverzeichnis

ASA (2016): ASA-Strategie 2030 Ressourcen- und Klimaschutz durch eine stoffspezifische Abfallbehandlung, ASA e. V. Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung, Oktober 2016

BAM (2018): Bundesanstalt für Materialforschung (BAM): Länderübergreifender Ringversuch (LÜRV 2018) zur Bestimmung von Parametern gemäß der „Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz“ vom 15. August 2002 (AltholzV), Berlin, Dezember 2018

Baubiologie Bäumler (2019): Dichlofluanid, Fundstelle: <https://www.gesundbauen.com/dichlofluanid.html>, letzter Zugriff: 06.06.2019

Baur, F.; Wern, B.; Vogler, C.; Scholl, F. (2018) „Altholz – Quo Vadis“, Vortrag im 18. Fachkongress Holzenergie, Würzburg, 28.09.2018

BAV (2012): Leitfaden der Altholzverwertung, 7. Auflage, Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter e.V., Berlin, September 2012

BAV (2016): Anlagenbestand Altholzkraftwerke EEG – Ausstiegsszenario, Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter e.V. (BAV), Berlin, 2016

Behörde für Umwelt und Gesundheit (2002): Hamburger Umweltbericht 62/02 – Schadstoffe in Altholz, Hamburg, November 2002

BKI (2018): Baukosten – Bauelemente Neubau 2018– Statistische Kostenkennwerte, Baukosteninformationszentrum (BKI), Stuttgart, Mai 2018

BKI (2018): Baukosten – Gebäude Altbau – Statistische Kostenkennwerte, Baukosteninformationszentrum (BKI), Stuttgart, September 2018

BMEL (2019): Produktion von Holzhalbwaren in Deutschland nach Arten in den Jahren 2002 bis 2018, Holzmarktbericht 2018, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), August 2019, Fundstelle: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36418/umfrage/produktion-von-holzhalbwaren-seit-2002/>, Zugriff: 23.08.2019

BMU (2013): Abfallvermeidungsprogramm des Bundes unter Beteiligung der Länder, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.), Bonn, Juli 2013

BMU (2018a): Referentenentwurf einer Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 16.07.2018. [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Glaeserne\\_Gesetze/19\\_Lp/ta\\_luft/entwurf/ta\\_luft\\_180716\\_refe\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeserne_Gesetze/19_Lp/ta_luft/entwurf/ta_luft_180716_refe_bf.pdf). Zugriff: 23.10.2018

BMU (2018b): Begründung Anpassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 16.07.2018. [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Glaeserne\\_Gesetze/19\\_Lp/ta\\_luft/entwurf/ta\\_luft\\_180716\\_begruendung\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeserne_Gesetze/19_Lp/ta_luft/entwurf/ta_luft_180716_begruendung_bf.pdf)., Zugriff: 23.10.2018

BMWi (2018): Unsere Energiewende: sicher, sauber, bezahlbar. Fundstelle: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/energiewende.html>, Zugriff: 19.10.2018

Bundesfinanzministerium (2000): AfA-Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter (AfA-Tabelle "AV"), Bundesfinanzministerium, Fundstelle: [Afa-Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter des Bundesfinanzministeriums](#), Zugriff: 24.09.2019



Bundeskabinett (2002): Begründung für die Verordnung über die Entsorgung von Altholz, Fundstelle: <http://www.boxer99.de/Global/Download/%7BIDMITPBDBW-51420100747-UMUQUTIDLR%7D.pdf>, Zugriff: 11.06.2018

Bundesregierung (1998): Verpackungsverordnung (VerpackV) vom 21. August 1998, Fundstelle: BGBl. I S. 2379, zuletzt geändert am 18. Juli 2017, Fundstelle: BGBl. I S. 2745

Bundesregierung (2000): Verordnung über die Entsorgung polychlorierter Biphenyle, polychlorierter Terphenyle und halogener Monomethyldiphenylmethane (Artikel 1 der Verordnung über die Entsorgung polychlorierter Biphenyle, polychlorierter Terphenyle sowie halogener Monomethyldiphenylmethane und zur Änderung chemikalienrechtlicher Vorschriften) (PCB/PCT-Abfallverordnung - PCBAbfallV) vom 26. Juni 2000, Fundstelle: BGBl. I 2000 S. 932; zuletzt geändert am 24.02.2012, Fundstelle: BGBl. I S. 212

Bundesregierung (2001): Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV), Fundstelle: BGBl. I S. 3379, zuletzt geändert am 17.07.2017, Fundstelle: BGBl. I S. 212

Bundesregierung (2002a): Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung – AltholzV), Fundstelle: BGBl. I 2002, S. 3302, zuletzt geändert am 17.07.2017, Fundstelle: BGBl. I S. 2644

Bundesregierung (2002b): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft), vom 24.07.2002, Fundstelle: GMBI S. 511

Bundesregierung (2006a): Nachweisverordnung vom 20. Oktober 2006, Fundstelle: BGBl. I S. 2298, zuletzt geändert am 18. Juli 2017, Fundstelle: BGBl. I S. 2745

Bundesregierung (2006b): Gesetz zur Ausführung der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Juni 2006 über die Verbringung von Abfällen 1) und des Basler Übereinkommens vom 22. März 1989 über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung 2) – Abfallverbringungsgesetz, Fundstelle: BGBl. I S. 1462, zuletzt geändert am 01.11.2016, Fundstelle: BGBl. I S. 2452

Bundesregierung (2006c): Gesetz zur Einsetzung eines Nationalen Normenkontrollrates – NKR, Fundstelle BGBl. I S. 1866, zuletzt geändert am 16.03.2011, Fundstelle BGBl. I S. 420

Bundesregierung (2010): Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV), vom 26.01.2010, Fundstelle: BGBl. I S. 38, zuletzt geändert am 10.03.2017, Fundstelle: BGBl. I S. 420

Bundesregierung (2012): Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG), Fundstelle: BGBl. I S. 212, zuletzt geändert am 20.07.2017, Fundstelle BGBl. I S. 2808

Bundesregierung (2013a): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung vom 17.05.2013, Fundstelle: BGBl. I S. 1274, letzte Änderung vom 18.07.2017, Fundstelle: BGBl. I S. 2771

Bundesregierung (2013b): Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen - 17. BImSchV), vom 02.05.2013, Fundstelle: BGBl. I S. 1021, 1044, 3754

Bundesregierung (2013c): Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen - 13. BImSchV), vom 2. Mai 2013, Fundstelle: BGBl. I S. 1021, 1023, 3754, zuletzt geändert am 19.12.2017, Fundstelle: BGBl. I S. 4007

Bundesregierung (2013d): Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV), vom 2. Mai 2013, Fundstelle: BGBl. I S. 973, 3756, zuletzt geändert am 31.05.2017, Fundstelle: BGBl. I S. 1440

Bundesregierung (2017a): Verordnung über die Bewirtschaftung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen (Gewerbeabfallverordnung - GewAbfV), Fassung vom 18.04.2017, Fundstelle: BGBl. I S. 896, zuletzt geändert am 05.07.2017, Fundstelle BGBl. I S. 2234

Bundesregierung (2017b): Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die hochwertige Verwertung von Verpackungen (Verpackungsgesetz - VerpackG), Fassung vom 05.07.2017, Fundstelle: BGBl. I S. 2234

Bundesregierung (2017c): Gesetz über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens und über die Abgabe bestimmter Stoffe, Gemische und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung - ChemVerbotsV), vom 20.01.2017, Fundstelle: BGBl. I S. 94; 2018 I S. 1389, zuletzt geändert am 18.07.2017, Fundstelle: BGBl. I S. 2774

Bundesregierung (2018a): Vierundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über mittelgroße Feuerungs- Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen - 44. BImSchV), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, vom 13.06.2019, Fundstelle: BGBl. I S. 804

Bundesregierung (2018b): Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung - AbwV), vom 21.03.1997, in der Fassung vom 17.06.2004, Fundstelle: BGBl. I S. 1108; 2625, zuletzt geändert am 22.08.2018, Fundstelle: BGBl. I S. 1327

Bundesregierung (2019): Referentenentwurf eines Gesetzes zur Umsetzung der Abfallrahmenrichtlinie der Europäischen Union, Stand: 05.08.2019, Fundstelle: <https://www.bmu.de/gesetz/referentenentwurf-eines-gesetzes-zur-umsetzung-der-abfallrahmenrichtlinie-der-europaeischen-union/>, Zugriff: 24.09.2019

Bundesregierung Österreich (2018): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Recycling von Altholz in der Holzwerkstoffindustrie (RecyclingholzV), 2012, Fundstelle: BGBl. II Nr. 160/2012, in der Fassung vom 01.10.2018, Fundstelle: BGBl. II Nr. 178/2018

Daedelow shop (2018): Vinylboden auf HDF-Träger. Fundstelle: <https://www.daedelow-parkett.de/vinylboden/vinylboden-nach-aufbau/vinyl-hdf#weiter>, letzter Zugriff: 17.10.2018

DBFZ (2015): Stromerzeugung aus Biomasse (Vorhaben Ila Biomasse) Zwischenbericht. Deutsches Biomasse-Forschungszentrum GmbH, Fundstelle: [https://www.dbfz.de/fileadmin/eeg\\_monitoring/berichte/01\\_Monitoring\\_ZB\\_Mai\\_2015.pdf](https://www.dbfz.de/fileadmin/eeg_monitoring/berichte/01_Monitoring_ZB_Mai_2015.pdf), letzter Zugriff: 14.06.2019

Dehoust, G.; Schüler, D.; Vogt, R.; Giegrich, J. (2010): Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft - Am Beispiel von Siedlungsabfällen und Altholz, Texte 06/2010, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, März 2010

Döring, P.; Glasenapp, S.; Mantau, U. (2017): Holzwerkstoffindustrie 2015 - Entwicklung der Produktionskapazität und Holzrohstoffnutzung - Zentrum Holzwirtschaft, Hamburg, März 2017

Döring, P.; Mantau, U. (2018): Altholz im Entsorgungsmarkt - Herkunft und Aufbereitung 2016, Teilbericht, Universität Hamburg - Zentrum Holzwirtschaft, Hamburg, September 2018

Döring, P.; Cords, M.; Mantau, U. (2018a): Altholz im Entsorgungsmarkt - Aufkommen und Verwertung 2016, Teilbericht, Universität Hamburg - Zentrum Holzwirtschaft, Hamburg, März 2018

Döring, P.; Weimar, H.; Mantau, U. (2018b): Rohstoffmonitoring Holz – Einsatz von Holz in Biomasse-Großfeuerungsanlagen 2016, Teilbericht, Universität Hamburg - Zentrum Holzwirtschaft, Hamburg, Februar 2018

Döring, P.; Glasenapp, S.; Weimar, H.; Mantau, U. (2018c): Rohstoffmonitoring Holz – Die energetische Nutzung von Holz in Biomassefeuerungsanlagen unter 1 MW in Nichthaushalten im Jahr 2016, Teilbericht, Universität Hamburg - Zentrum Holzwirtschaft, Hamburg, Februar 2018

energata messenger (2017): Blue Energy Europe siedelt Heizkraftwerk um, 29.09.2017, Fundstelle: [Link zu energata messenger \(2017\): Blue Energy Europe siedelt Heizkraftwerk um](#), Zugriff: 25.09.2019

EPF (2017): EPF Annual Report 2016/2017, European Panel Federation, Brüssel, Juli 2017

Europäische Kommission (2007): Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament zu Auslegungsfragen betreffend Abfall und Nebenprodukte – KOM (2007) 59, Bonn, 21.02.2007

Europäische Kommission (2015): DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS (EU) 2015/2119 DER KOMMISSION vom 20. November 2015 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Holzwerkstoffherzeugung (Bekanntgegeben unter Aktenzeichen C (2015) 8062), Fundstelle: Amtsblatt der EU L306/31, Brüssel, 20.11.2015

Europäische Kommission (2018a): Kreislaufwirtschafts- und Abfallpaket, Fundstelle: <http://www.consilium.europa.eu/de/press/press-releases/2018/05/22/waste-management-and-recycling-council-adopts-new-rules/>, Brüssel, 22.05.2018, Zugriff: 11.06.2018

Europäische Kommission (2018b): Durchführungsbeschluss (EU) 2018/1147 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für die Abfallbehandlung, 10.08.2018, Fundstelle: Amtsblatt EG L 208 S. 38, bekanntgegeben unter Aktenzeichen C (2018) 5070

Europäisches Parlament und Rat der EU (2004): Verordnung (EG) Nr. 850/2004 über persistente organische Schadstoffe und zur Änderung der Richtlinie 79/117/EWG, POP-Verordnung, 29.04.2004, Fundstelle: Amtsblatt EG L 158/7  
Europäisches Parlament und Rat der EU (2006): Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 über die Verbringung von Abfällen, VVA, 14.06.2006, Fundstelle: Amtsblatt L 190/1, zuletzt geändert am 18.11.2014, Fundstelle: Amtsblatt EG L 332 S.15

Europäisches Parlament und Rat der EU (2006): Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 über die Verbringung von Abfällen, vom 14.06.2006, Fundstelle ABL. EG. L 190 S. 1, zuletzt geändert am 18.11.2014, Fundstelle ABL. EG L 332/15

Europäisches Parlament und Rat der EU (2008a): Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle, Fundstelle: Amtsblatt L 365 vom 31.12.1994, S. 10, Fassung vom 29.04.2015

Europäisches Parlament und Rat der EU (2008b): Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien (Abfallrahmenrichtlinie, AbfRRL), Fundstelle: Amtsblatt EG L 312 S. 3, Änderung vom 08.06.2017, Fundstelle ABL. EU L 150 S. 1, gültig ab dem 05. Juli 2018

Europäisches Parlament und Rat der EU (2010): Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) (Neufassung), Fundstelle: Amtsblatt L 334 vom 17.12.2010, S. 17

Europäisches Parlament und Rat der EU (2018): Richtlinie (EU) 2018/852 zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle, Fundstelle: Amtsblatt L 150/141 vom 30.05.2018

Europäische Union (2001): Notifizierungsnummer: 2001/450/D, Verordnung über die Entsorgung von Altholz. [Link zu Europäische Union \(2001\): Notifizierungsnummer: 2001/450/D, Verordnung über die Entsorgung von Altholz](#), Zugriff: 23.10.2018

EUWID (2018a): Marktbericht für Altholz, Recycling und Entsorgung Nr. 18.2018, Gernsbach, 02.05.2018

EUWID (2018b): N-ergie will in Nürnberg ein neues Altholzkraftwerk bauen, 25.02.2018, Fundstelle: [Link zu EUWID \(2018b\): N-ergie will in Nürnberg ein neues Altholzkraftwerk bauen, 25.02.2018](#), Zugriff: 25.09.2019

EUWID (2019a): EUWID-Preisspiegel: Altholz Deutschland 2007 – 2019. In: EUWID Recycling und Entsorgung, Gernsbach, Jahrgänge 2007-2019

EUWID (2019b): Marktbericht für Altholz, Recycling und Entsorgung Nr. 18.2019, Gernsbach, 30.04.2019

EUWID (2019c): Marktbericht für NaWaRo-Holz, Recycling und Entsorgung Nr. 22.2019, Gernsbach, 28.05.2019

EUWID (2019d): Marktbericht für NaWaRo-Holz, Recycling und Entsorgung Nr. 31.2019, Gernsbach, 30.07.2019

Fehrenbach, H.; Köppen, S.; Breitmayer, E.; Essel, R.; Baur, F.; Kay, S.; Wern, B.; Bienge, B.; von Geibler, J.; Kautert, B.; Detzel, A.; Wellenreuther, F.; Carus, M. (2017): Biomassekaskaden – Mehr Ressourceneffizienz durch stoffliche Kaskadennutzung von Biomasse – von der Theorie zur Praxis, Texte 53/2017, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Februar 2017

Flamme, S.; Hanewinkel, J.; Quicker, P.; Weber, K. (2018): Energieerzeugung aus Abfällen – Stand und Potenziale in Deutschland bis 2030, Texte 51/2018, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, April 2018

Flamme, S.; Hams, S.; Bischoff, J.; Fricke, C. (2019): Erstellung einer wissenschaftlichen Empfehlung zur prozessbegleitenden Probenahme und Analytik von Altholz, im Auftrag verschiedener Verbände, Münster, August 2019, unveröffentlicht

FNR (2014): Leitfaden Feste Biobrennstoffe - Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen im mittleren und großen Leistungsbereich, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow, 2014

Frenz, W. (2012): Kommentierung zu § 3 Abs. 21 KrWG, in: Fluck/Frenz/Fischer/Franßen (Hrsg.): Kreislaufwirtschaftsrecht, Abfallrecht und Bodenschutzrecht; Kommentar, Stand Juli 2012

Fussbodenprofis (2018): Bambusparkett. Fundstelle: <https://www.fussbodenprofis.de/produktauskunft-bambusparkett/#MATERIAL>, Zugriff: 17.10.2018

Gärtner, S.; Hienz, G.; Keller, H.; Müller-Lindenlauf, M. (2013): Gesamtökologische Bewertung der Kaskadennutzung von Holz- Umweltauswirkungen stofflicher und energetischer Holznutzungssysteme im Vergleich. IFEU Heidelberg, Januar 2013, Fundstelle: [Link zur Studie Gärtner, S.; Hienz, G.; Keller, H.; Müller-Lindenlauf, M. \(2013\): Gesamtökologische Bewertung der Kaskadennutzung von Holz- Umweltauswirkungen stofflicher und energetischer Holznutzungssysteme im Vergleich. IFEU Heidelberg, Januar 2013](#), Zugriff: 24.09.2019

Gahle, C.; Brunnert, A. (2008): BAMBUS: VOM REGIONALEN BAUSTOFF ZUM GLOBALENROHSTOFF. Der Strukturwandel der Branche in China und weltweit. In: Bio-Werkstoffreport Okt./Nov./Dez. 2008. [https://conbam.de/fileadmin/conbam/images/Presse/Biowerkstoff-Report\\_2008.PDF](https://conbam.de/fileadmin/conbam/images/Presse/Biowerkstoff-Report_2008.PDF), Zugriff: 19.10.2018

Gallenkemper, B.; Becker, G.; Hams, S.; Flamme, S.; Walter, Gotthard; Mutz, H.; Marzi, T.; Mrotzek, A.; Bertling, R.; Girod, K. (2008): Ressourcen- und Klimaschutz in der Siedlungsabfallwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen - Zukünftige Potenziale und Entwicklungen, MUNLV NRW (Hrsg.), Düsseldorf, 31.12.2008

Gritz, J. (2018): „Die Altholzverordnung aus Sicht eines Aufbereiters“, Vortrag Begleitkreistreffen Umweltbundesamt, Berlin, 03.05.2018

Heller, N.; Flamme, S. (2016): Ableitung von wissenschaftlichen Empfehlungen zur Qualitätssicherung bei der Verwendung von Altholz im Rahmen der Novellierung der Altholzverordnung, Münster, März 2016

Hettler, W. (2019): Persönliche Mitteilung

HOAI (2019): Online Rechner, Fundstelle: [https://www.hoi.de/online/hoai\\_rechner/](https://www.hoi.de/online/hoai_rechner/) Zugriff: 23.09.2019

Höglmeier, K. (2015) Holznutzung in Kaskaden: Ansätze zur Potentialanalyse und zur Weiterentwicklung der ökobilanziellen Bewertung, Dissertation, München, September 2015

INFA (2001): Altholzentsorgungskonzept für eine ausgewählte städtische und ländliche Region in den alten Bundesländern unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklungen auf dem Gebiet der Schadstoffschnellerkennung im Altholz, Institut für Abfall- und Abwasserwirtschaft (INFA) e. V., Ahlen, März 2001

IPA (2019): Altholz - Schadstoffe und gefährliche Eigenschaften, Informations-Portal Abfallbewertung, Stand: 09.05.2012, Fundort: [https://www.abfallbewertung.org/repgen.php?report=ipa&char\\_id=Altholz&lang\\_id=de&avv=&synon=&kapitel=3&gtactive=no](https://www.abfallbewertung.org/repgen.php?report=ipa&char_id=Altholz&lang_id=de&avv=&synon=&kapitel=3&gtactive=no), letzter Zugriff: 15.06.2019

IZES (2018): „Altholz – Quo Vadis“, Vortrag im 18. Fachkongress Holzenergie, Würzburg, 28.09.2018

- Kim, M. H.; Song H. B. (2018): Analysis of the global warming potential for wood waste recycling systems, Journal of Cleaner Production, 69 (2014) 199-207, Elsevier Verlag, Januar 2014
- Knauf, M. (2017): Altholz stofflich nutzen oder thermisch verwerten? Holz-Zentralblatt Nr. 32, S. 755-756, 11.08.2017, Leinfelden-Echterdingen
- Knauf, M.; Frühwald, A. (2013): Beitrag des NRW Clusters ForstHolz zum Klimaschutz. Studie von Knauf Consulting und Prof. Dr. Arno Frühwald (Zentrum Holzwirtschaft der Universität Hamburg) in Kooperation mit Prof. Dr. Michael Köhl (Zentrum Holzwirtschaft der Universität Hamburg) im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen und des Landesbetriebs Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Hrsg. Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Münster, Mai 2013
- Kreislaufwirtschaft Bau (2017): Mineralische Bauabfälle, Monitoring 2014, Berlin, 03.04.2017, Fundstelle: <http://www.kreislaufwirtschaft-bau.de/Arge/Bericht-10.pdf>, zuletzt abgerufen am 13.06.2018
- LAGA (2001): Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 32. LAGA PN 98 - Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen, Stand: Dezember 2001, [https://www.laga-online.de/documents/m32\\_laga-pn-98\\_1530018041.pdf](https://www.laga-online.de/documents/m32_laga-pn-98_1530018041.pdf), Zugriff: 09.10.2018
- LAGA (2018): FACHMODUL ABFALL zur Verwaltungsvereinbarung der Länder über den Kompetenznachweis und die Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen im gesetzlich geregelten Umweltbereich, Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Abfall (Hrsg.), Stand: Mai 2018, Fundstelle: [https://www.laga-online.de/documents/fachmodul-abfall\\_mai-2018\\_1525429184.pdf](https://www.laga-online.de/documents/fachmodul-abfall_mai-2018_1525429184.pdf), Zugriff: 18.10.2018
- LANUV (2006): Vorbereitung von Feststoffproben für chemische Untersuchungen. Merkblatt 54, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Essen, 2006
- LfU (2015a): Wertstoffhof 2020 – Getrennthaltungsgebot und Novelle des ElektroG, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Fachtagung 16./17.04.2015, Augsburg, Stand: April 2015
- LfU (2015b): Untersuchung von Spanplatten vor dem Hintergrund der stofflichen Verwertung von Altholz, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Augsburg, März 2015
- LfU (2019): Excel-Tool zur Berechnung von CO<sub>2</sub>-Emissionen, Stand: Oktober 2018, Fundstelle: [https://www.umweltpakt.bayern.de/energie\\_klima/fachwissen/217/berechnung-co2-emissionen](https://www.umweltpakt.bayern.de/energie_klima/fachwissen/217/berechnung-co2-emissionen), Zugriff: 24.09.2019
- Lumitos (2018): Pentachlorphenol, Lumitos AG, Fundstelle: [Link zu Lumitos \(2018\): Pentachlorphenol, Lumitos AG.](#), Zugriff: 23.10.2018
- Marutzky, R. (2019): Mitteilung an den VHI, 29.05.2019
- Mantau, U.; Döring, P.; Weimar, H.; Glasenapp, S.; Jochem, D.; Zimmermann, K. (2018): Rohstoffmonitoring Holz – Erwartungen und Möglichkeiten, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR; Hrsg.), Rostock, 2018
- Mauruschat, D.; Aderhold, J.; Briesemeister, R.; Meinschmidt, P.; Plinke, B.; Salthammer, T. (2014): Schnellerkennung von Holzschutzmitteln beim Recycling von Altholz mit GC-FAIMS, RFA und NIRS, Deutsche Holzschutztagung, Braunschweig, 18.09.2014
- Mauruschat, D. (2015): Untersuchung, Weiterentwicklung und Adaption prozessanalytischer Methoden zur Erkennung von Kontaminationen beim Recycling von Altholz, Dissertation, Braunschweig, 28.01.2015
- Meinschmidt, P. (2015): Neue Methoden zur Materialerkennung und -sortierung von Altholz, Vortrag bei der Tagung Recycling-Technik, Dortmund, 04.-05.11.2015
- Müller-Langer, F.; Witt, J.; Thrän, D.; Schneider, S.; Baur, F.; Koch, M.; Fritsche, U. R.; Wiegmann, K. (2007); Monitoring zur Wirkung der Biomasseverordnung, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, Februar 2007

- MUNLV (1996): Ressourcen- und Klimaschutz in der Siedlungsabfallwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen - Zukünftige Potenziale und Entwicklungen, Düsseldorf, 31.12.2008
- MUNLV (2015): Abfallwirtschaftsplan Nordrhein-Westfalen - Teilplan Siedlungsabfälle, Ministerium für Umwelt; Landwirtschaft; Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 2015
- Nova-Institute (2006): Wood-Plastic-Composites (WPC) - Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe, nova-Institute GmbH, Hürth, 02/2006
- Nova-Institute (2015a): Bio-Verbundwerkstoffe. Pressemitteilung, Hürth, 10.06.2015, Fundstelle: <http://news.bio-based.eu/media/2015/06/15-06-10-PM-WPC-NFC-Studie-nova.pdf>, Zugriff: 30.10.2018
- Nova-Institute (2015b): WPC/NFC Market Study 2014-10 - Wood-Plastic Composites (WPC) and Natural Fibre Composites (NFC): European and Global Markets 2012 and Future Trends in Automotive and Construction, nova-Institute GmbH, Hürth, Update Juni 2015
- Quicker, P.; Neuerburg, F.; Noël, Y.; Huras, A. (2017): Sachstand zu den alternativen Verfahren für die thermische Entsorgung von Abfällen. Texte 17/2017, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, März 2017
- RAL (2012): Sekundärbrennstoffe – Gütesicherung RAL-GZ 724, Gütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe und Recyclingholz e.V. (BGS), Hrsg. RAL - Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., Sankt Augustin, Januar 2012
- RAL (2016): Blauer Engel. Das Umweltzeichen. Emissionsarme plattenförmige Werkstoffe (Bau- und Möbelplatten) für den Innenausbau, DE-ZU 76, Vergabekriterien, Ausgabe Februar 2016, Version 6
- RAMRATH (2018): Vinyl auf HDF Trägerplatte. Fundstelle: <https://ramrath-holz.de/sortiment/innenausbau/boeden/vinyl.html>, Zugriff 30.10.2018
- Rasemann, W. (1999): Qualitätssicherung von Stoffsystemen durch Probenahme und Datenanalyse – Probleme, Erfahrungen, Tendenzen, in Rasemann (Hrsg.): Qualitätssicherung von Stoffsystemen im Abfall- und Umweltbereich, Probenahme und Datenanalyse, S. 9 - 21, Trans Tech Publications, Verlag für technisch-wissenschaftliche Literatur, Clausthal-Zellerfeld 1999
- Reindahl Andersen, M.; Beineix, O.; Romagnoli, V.; Birnstengel, B.; de Bruijne, E. A.; Holmgren, T.; Althoff Palm, D.; Pritchard, O.; Zotz, F.; Weißenbacher, J. (2018): Screening study on end of life treatment of wood from doors and windows, 05.10.2018, Fundort: [https://www.eurowindow.eu/fileadmin/redaktion\\_eurowindow/miscellaneous/EuroWindow\\_Screening\\_study\\_on\\_wooden\\_doors\\_an\\_windows\\_EoL\\_treatment\\_Final\\_report\\_1810.pdf](https://www.eurowindow.eu/fileadmin/redaktion_eurowindow/miscellaneous/EuroWindow_Screening_study_on_wooden_doors_an_windows_EoL_treatment_Final_report_1810.pdf), Zugriff 25.09.2019
- Riedel, H.; Schmoeckel, G.; Marb, C. (2014): Schwermetall- und Chlorgehalte in Altholzsortimenten. In holztechnologie, Sonderdruck 55 (2014) 5, Institut für Holztechnologie Dresden gGmbH (Hrsg.), Dresden, Mai 2014
- RP-Online (2018): Solvay will neues Holz-Kraftwerk bauen, 11.06.2018, Fundstelle: [https://rp-online.de/nrw/staedte/rheinberg/solvay-will-neues-holz-kraftwerk-bauen\\_aid-23418015](https://rp-online.de/nrw/staedte/rheinberg/solvay-will-neues-holz-kraftwerk-bauen_aid-23418015), Zugriff: 25.09.2019
- Rüter, S. (2011): Welchen Beitrag leisten Holzprodukte zur CO<sub>2</sub>-Bilanz? In: AFZ – der Wald, Ausgabe 15/2011. S. 15–18, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Stuttgart, 2011
- Rüter, S.; Diederichs, S. (2012): Ökobilanz-Basisdaten für Bauprodukte aus Holz, Arbeitsbericht aus dem Institut für Holztechnologie und Holzbiologie Nr. 2012/1, Hamburg, April 2012
- Sansoni, B.; Iyer, R. K.; Kurth, R. (1981): Concentration of Analytical Data as Part of Processing in Trace Element Analysis, in Fresenius Zeitschrift für Analytische Chemie 306 / 1981, S. 212 – 232
- Sansoni, B. (1986): Fortgeschrittener chemischer Analysendienst für Elemente, Radionuklide und Phasen, das Jülicher Baukastensystem für Analysenschritte, in Fresenius Zeitschrift für Analytische Chemie 323 / 1986, S. 573 - 600
- Schrägle, R. (2015): Schadstoffe in Spanplatten, Holz-Zentralblatt Nr. 3, S. 56-57, 16.01.2015



Schüler, K. (2018): Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2016, Texte 58/2018, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, März 2018

Stadtwerke Dinslaken (2018): Das Dinslakener Holz-Energiezentrum, 22.11.2018, Fundstelle: [Link zu Stadtwerke Dinslaken \(2018\): Das Dinslakener Holz-Energiezentrum](#), Zugriff: 25.09.2019

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018f): Leitfaden zur Ermittlung und Darstellung des Erfüllungsaufwands in Regelungsvorhaben der Bundesregierung, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Dezember 2018

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2015): 227.000 Tonnen Holzkohle zum Grillen im Jahr 2015 importiert, 2015, 28.06.2016, Fundstelle: [www.destatis.de](http://www.destatis.de), Zugriff: 12.06.2018

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2017): Fachserie 17 Reihe 2 - Preise und Preisindizes für gewerbliche Produkte (Erzeugerpreise), 20.04.2018, Fundstelle: [www.destatis.de](http://www.destatis.de), Zugriff: 23.04.2018

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018a): Abfallbilanz (Abfallaufkommen/-verbleib, Abfallintensität, Abfallaufkommen nach Wirtschaftszweigen) 2016, 19.07.2018, Fundstelle: [www.destatis.de](http://www.destatis.de), Zugriff: 22.01.2019

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b): Fachserie 19 Reihe 1 – Umwelt Abfallentsorgung 2016, 27.06.2018 in der korrigierten Fassung vom 05.09.2018, Fundstelle: [www.destatis.de](http://www.destatis.de), Zugriff: 22.01.2019

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018c): Zeitreihe Import nicht notifizierungspflichtige Abfälle nach Warengruppen, 2018, Fundstelle: [www.destatis.de](http://www.destatis.de), Zugriff: 23.05.2018

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018d): Zeitreihe Export nicht notifizierungspflichtige Abfälle nach Warengruppen, 2018, Fundstelle: [www.destatis.de](http://www.destatis.de), Zugriff: 23.05.2018

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018e): Zahl der Woche. Pressemitteilung vom 20.03.2018, Fundstelle: [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/zdw/2018/PD18\\_12\\_p002.html](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/zdw/2018/PD18_12_p002.html). Zugriff: 23.10.2018

Steger, S.; Ritthoff, M.; Bulach, W.; Schüler, D.; Kosińska, I.; Degreif, S.; Dehoust, G.; Bergmann, T.; Krause, P.; Oetjen-Dehne, R. (2019): Stoffstromorientierte Ermittlung des Beitrags der Sekundärrohstoffwirtschaft zur Schonung von Primärrohstoffen und Steigerung der Ressourcenproduktivität. Texte 34/2019, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, April 2019

Steinert (2018): Parkett im Holzhandel. SN Verlag Michael Steinert e. K. Hamburg, Fundstelle: [http://www.raumausstattung.de/business/artikel.php?record\\_id=51681&dbname=Allgemein](http://www.raumausstattung.de/business/artikel.php?record_id=51681&dbname=Allgemein), Zugriff: 17.10.2018

Strohmeyer, A. (2019): Die Altholzverordnung vor ihrer Novellierung, in Zeitschrift für das Recht der Abfallwirtschaft, Ausgabe 1/2019, Februar 2019, S. 36 ff.

TFZ (2019): Entwicklung der Brennstoffpreise, Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Fundstelle: <http://www.tfz.bayern.de/festbrennstoffe/energetischenutzung/035092/index.php>, Zugriff: 24.09.2019

Thärichen, H.; Dageförde, A. (2015): Möglichkeiten und Grenzen der Förderung von Wiederverwendungsaktivitäten durch öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger, Verband kommunaler Unternehmen e.V., Fundort: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/dokumente/thaerichen\\_dageforde\\_rechtliche\\_aspekte.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/dokumente/thaerichen_dageforde_rechtliche_aspekte.pdf), Zugriff: 30.10.2018

Tischler Schreiner Deutschland (2015): Kurzbezeichnungen für Holzarten und Holzwerkstoffe im Tischler- und Schreinerhandwerk. 1. Auflage, Berlin, Dezember 2015, [https://www.schreiner-bw.de/wp-content/uploads/2016/01/Kurzbezeichnungen\\_Holzarten\\_und\\_Holzwerkstoffe.pdf](https://www.schreiner-bw.de/wp-content/uploads/2016/01/Kurzbezeichnungen_Holzarten_und_Holzwerkstoffe.pdf), Zugriff: 16.10.2018

trend:research: (2017): Altholzmarkt in Bewegung, kommunalwirtschaft.eu (Tagesanzeiger), Bremen 21.04.2017, <https://kommunalwirtschaft.eu/tagesanzeiger/detail/i19986.html>, Zugriff: 03.05.2018

Uerkvitz, R.; Goetz, D. (1997): Schätzung von Stoffkonzentrationen in Produkten der Abfallbehandlung bei asymmetrischer Streuung von Analysenwerten. In Müll und Abfall, 10/1997, S. 621-631, Oktober 1997

Umweltbundesamt (2006): Merkblatt über die besten verfügbaren Techniken für Abfallbehandlungsanlagen, [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/bvt\\_abfallbehandlung\\_zf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/bvt_abfallbehandlung_zf.pdf), Zugriff: 19.07.2018

Umweltbundesamt (2018a): Grenzüberschreitende Verbringung von zustimmungspflichtigen Abfällen – Zeitreihe Import nach Abfallarten, [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de), Zugriff: 23.04.2018

Umweltbundesamt (2018b): Grenzüberschreitende Verbringung von zustimmungspflichtigen Abfällen – Zeitreihe Export nach Abfallarten, [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de), Zugriff: 23.04.2018

Umweltbundesamt (2018c): Vereinfachte Darstellung zur Zulässigkeit grenzüberschreitender Abfallverbringungen gem. VVA, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/grenzueberschreitende-abfallverbringung/rechtliche-grundlagen>, Zugriff: 30.10.2018

Umweltbundesamt (2018d): Erneuerbare Energien in Deutschland – Daten zur Entwicklung im Jahr 2017, Hintergrund, Berlin, März 2018

Umweltbundesamt (2018e): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2017, Band CLIMATE CHANGE 23/2018, Dessau-Roßlau, Oktober 2018

Umweltbundesamt (2019): POP- und PCB-haltige Abfälle, Fundstelle: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/abfallarten/gefaehrliche-abfaelle/pop-pcb-haltige-abfaelle#textpart-2>, Zugriff: 25.09.2019

VDI (2009): VDI 3462 Blatt 4 – Emissionsminderung - Holzbearbeitung und -verarbeitung - Verbrennen von Holz und Holzwerkstoffen ohne Holzschutzmittel, ohne halogenorganische und ohne schwermetallhaltige Beschichtungen, Düsseldorf, März 2009

VDI (2016): VDI-Richtlinie Planung, Errichtung und Betrieb von Altholzanlagen, Düsseldorf, Dezember 2016

VHI (2018a): Holzwerkstoffe. Fundstelle: <https://vhi.de/span-und-faserplatten/>, letzter Zugriff: 16.10.2018

VHI (2018b): Span- und Faserplatten. Fundstelle: <https://vhi.de/span-und-faserplatten/>, Zugriff: 16.10.2018

Von Bechtholsheim, C.; Charlier, I. K. (2017): Wiederverwendungsstudie I, Kommunale Aufgaben und Refinanzierung. Reichweite und Refinanzierung von Aktivitäten der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger bei der Vorbereitung zur Wiederverwendung. 1. Auflage, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) (Hrsg.), Berlin, 19.09.2017. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/29762>, Zugriff: 17.10.2018

Wagner, J.; Heidrich, K.; Baumann, J.; Kügler, T.; Reichenbach, J. (2012): Ermittlung des Beitrages der Abfallwirtschaft zur Steigerung der Ressourcenproduktivität sowie des Anteils des Recyclings an der Wertschöpfung. Texte 14/2012, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Mai 2012

Winterstein, M. (2012): Probennahmestrategien für eine repräsentative und kostenoptimierte Beprobung von Abfallhaufwerken. In: Müll und Abfall 11/2012, S. 604-613, Erich Schmidt Verlag, Berlin, November 2012

Wood Lounge (2018): WPC Terrassendielen. Homepage. Fundstelle: <https://www.wood-lounge.de/index.php/terrassenlexikon/wpc-wood-plastic-composite>, Zugriff: 30.10.2018

WWF (2017): Marktanalyse Grillkohle 2017 – Waldzerstörung für den Grill, Fundstelle: [https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF\\_Holzkohle\\_Marktanalyse\\_Deutschland\\_2017.pdf](https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF_Holzkohle_Marktanalyse_Deutschland_2017.pdf), Zugriff 12.06.2018

Zeit (2018): Wie aktiv kann Kohle sein? Fundstelle: <https://www.zeit.de/wissen/2018-07/aktivkohle-produkte-gesundheit-rohstoff/komplettansicht?print>, Zugriff: 30.10.2018

## ► DIN-Normenverzeichnis

DIN CEN/TS 15534-2 (2007): Holz-Polymer-Werkstoffe (WPC) - Teil 2: Beschreibung von WPC-Werkstoffen; Deutsche Fassung CEN/TS 15534-2:2007, Vornorm, Beuth, Berlin, 08/2007

DIN EN 1233 (1996): Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Chrom - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie (Deutsche Fassung), Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 08/1996

DIN EN 1483 (2007): Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Quecksilber – Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie, Deutsche Fassung EN 1483:2007, Beuth, Berlin, 07/2007, Dokument zurückgezogen (Ersatz: DIN EN ISO 12486)

DIN EN ISO 5961 (1995): Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmium durch Atomabsorptionsspektrometrie (Deutsche Fassung), Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 05/1995

DIN ISO 5725-1 (1997): Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen - Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Begriffe, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 11/1997

DIN EN ISO 10304-1 (2009): Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie - Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 01/2009

DIN ISO 11047 (2003): Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserextrakt - Flammen- und elektrothermisches atomabsorptionsspektrometrisches Verfahren, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 05/2003

DIN EN ISO 11885 (2009): Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (für Aluminium, Antimon, Arsen, Barium, Beryllium, Bismut, Bor, Cadmium, Calcium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Gallium, Indium, Eisen, Blei, Lithium, Magnesium, Mangan, Molybdän, Nickel, Phosphor, Kalium, Selen, Silizium, Silber, Natrium, Strontium, Schwefel, Zinn, Titan, Wolfram, Vanadium, Zink, Zirkonium), Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 09/2009

DIN EN ISO 11969 (1996): Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Arsen - Atomabsorptionsspektrometrie (Hydridverfahren), Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 11/1996

DIN EN ISO 12338 (1998): Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren nach Anreicherung durch Amalgamierung, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 10/1998

DIN EN 12579:2014: Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate – Probenahme; Deutsche Fassung EN 12579:2013, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 02/2014

DIN EN ISO 12846 (2012): Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) mit und ohne Anreicherung, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 08/2012

DIN EN 13183-1 (2002): Feuchtegehalt eines Stückes Schnittholz - Teil 1: Bestimmung durch Darrverfahren, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 07/2002

DIN ISO 14154 (2005): Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von ausgewählten Chlorphenolen – Gaschromatographisches Verfahren mit Elektronen-Einfang-Detektion (ISO 14154:2005), Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 12/2005

DIN EN 14582 (2016): Titel (Deutsch): Charakterisierung von Abfällen - Halogen- und Schwefelgehalt - Sauerstoffverbrennung in geschlossenen Systemen und Bestimmungsverfahren; Deutsche Fassung EN 14582:2016, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 12/2016

DIN EN 15308 (2016): Charakterisierung von Abfällen – Bestimmung ausgewählter polychlorierter Biphenyle (PCB) in festem Abfall mittels Gaschromatographie mit Elektroneneinfang-Detektion oder massenspektrometrischer Detektion, Deutsche Fassung, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 12/2016

DIN EN 15359 (2012): Feste Sekundärbrennstoffe - Spezifikationen und Klassen; Deutsche Fassung EN 15359:2011, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Berlin, 01/2012

DIN EN 15408 (2011): Feste Sekundärbrennstoffe – Verfahren zur Bestimmung des Gehaltes an Schwefel (S), Chlor (Cl), Fluor (F), Brom (BR), Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 05/2011

DIN EN 15411 (2011): Feste Sekundärbrennstoffe – Verfahren zur Bestimmung des Gehaltes an Spurenelementen (As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Ti, V und Zn), Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 11/2011

DIN EN 15413 (2011): Feste Sekundärbrennstoffe - Verfahren zur Herstellung der Versuchsprobe aus der Laboratoriumsprobe, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 11/2011

DIN EN 15414-3 (2011): Feste Sekundärbrennstoffe – Bestimmung des Wassergehaltes unter Verwendung des Verfahrens der Ofentrocknung – Teil 3, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 05/2011

DIN EN 15442 (2011): Feste Sekundärbrennstoffe - Verfahren zur Probenahme, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 05/2011

DIN EN 15443:2011: Feste Sekundärbrennstoffe - Verfahren zur Herstellung von Laboratoriumsproben, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 05/2011

DIN EN 15534-1 (2018): Verbundwerkstoffe aus cellulosehaltigen Materialien und Thermoplasten (üblicherweise Holz-Polymer-Werkstoffe (WPC) oder Naturfaserverbundwerkstoffe (NFC) genannt) - Teil 1: Prüfverfahren zur Beschreibung von Compounds und Erzeugnissen, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 02/2018

DIN EN ISO 16559 (2014): Biogene Festbrennstoffe - Terminologie, Definitionen und Beschreibungen, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 12/2014

DIN EN ISO 17225-1 (2014): Biogene Festbrennstoffe - Brennstoffspezifikationen und -klassen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (ISO 17225-1:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17225-1:2014

DIN ISO/IEC 17025 (2018): Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 03/2018

DIN EN ISO 17378 (2017): Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Arsen und Antimon - Teil 2: Atomabsorptionsspektrometrie mit Hydridbildung (HG-AAS), Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 01/2017

DIN EN ISO 18135:2017: Biogene Festbrennstoffe – Probenahme, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 08/2017

DIN 19698-2 (2016): Untersuchung von Feststoffen - Probenahme von festen und stichfesten Materialien - Teil 2: Anleitung für die Entnahme von Proben zur integralen Charakterisierung von Haufwerken, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 12/2016

DIN 19698-2 (2016): Untersuchung von Feststoffen - Probenahme von festen und stichfesten Materialien - Teil 2: Anleitung für die Entnahme von Proben zur integralen Charakterisierung von Haufwerken, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 12/2016

DIN 19698-4 (2016): Probenahme aus bewegten Abfällen, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, Entwurf

DIN 22022-1 (2014): Feste Brennstoffe -Bestimmung der Gehalte an Spurenelementen – Teil 1: Allgemeine Regeln, Probenahme und Probenvorbereitung – Vorbereitung der Analysenprobe für die Bestimmung (Aufschlussverfahren), Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 07/2014

DIN 22022-4 (2001): Feste Brennstoffe- Bestimmung der Gehalte an Spurenelementen – Teil 4: Atomabsorptionsspektroskopie unter Anwendung der Hydrid- bzw. Kaltdampftechnik, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 02/2001

DIN 22022-5 (2001): Feste Brennstoffe - Bestimmung der Gehalte an Spurenelementen – Teil 5: Atomabsorptionsspektroskopie unter Anwendung der Graphitrohrtechnik, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 02/2001

DIN 22022-7 (2014): Feste Brennstoffe\* - Bestimmung der Gehalte an Spurenelemente – Teil 7: ICP-MS, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 07/2014

DIN 38406-6 (1998): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Kationen (Gruppe E) - Teil 6: Bestimmung von Blei mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (E 6), Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 07/1998

DIN 38406-7 (1991): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung von Kupfer mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (E 7), Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 09/1991

DIN 38414-20 (1996): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Schlamm und Sedimente (Gruppe S) - Teil 20: Bestimmung von 6 polychlorierten Biphenylen (PCB), Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 01/1996

DIN 51701-2 (2006): Prüfung fester Brennstoffe - Probenahme und Probenvorbereitung - Teil 2: Durchführung der Probenahme, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 09/2006

DIN 51701-3 (2006): Prüfung fester Brennstoffe - Probenahme und Probenvorbereitung - Teil 3: Durchführung der Probenvorbereitung, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 09/2006

DIN 51701-4 (2006): Prüfung fester Brennstoffe - Probenahme und Probenvorbereitung - Teil 4: Geräte, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 09/2006

DIN 51718 (2002): Prüfung fester Brennstoffe – Bestimmung des Wassergehaltes und der Analysenfeuchtigkeit, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 06/2002

DIN 51723 (2002): Prüfung fester Brennstoffe-Bestimmung des Fluorgehaltes, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 06/2002

DIN 51727 (2011): Prüfung fester Brennstoffe - Bestimmung des Chlorgehaltes, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 11/2011

DIN 52183 (1977): Bestimmung der Feuchte, Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Beuth, Berlin, 11/19

## Anhang

|   |                                                                                                    |     |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| A | Zusammenstellung der für die Altholzverordnung relevanten Normen                                   | 160 |
| B | Zusammenstellung holzfremder Inhaltsstoffe                                                         | 164 |
| C | Anforderungen des LAGA-Fachmoduls Abfall für Untersuchungsbereich 6: Altholz                       | 166 |
| D | Aufkommen und Zusammensetzung der Altholzkategorien in Deutschland 2016                            | 168 |
| E | Vorschlag für die Zuordnung gängiger Holzsortimente im Regelfall                                   | 169 |
| F | Vorschlag für Anlieferscheine für die Altholzverordnung                                            | 171 |
| G | Vorgaben der AltholzV und der GewAbfV zum Betriebstagebuch                                         | 175 |
| H | Abgrenzung der Wiederverwendung und der Vorbereitung zur Wiederverwendung                          | 177 |
| I | Vorschlag für die Definition von Sach- und Fachkunde                                               | 179 |
| J | Vorschlag für ein Probenahmekonzept für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur stofflichen Verwertung | 182 |
| K | Vorgaben für die Analytik                                                                          | 187 |
| L | CO <sub>2</sub> -Kennzahlen aktueller Studien zur Altholzverwertung                                | 195 |



## A Zusammenstellung der für die Altholzverordnung relevanten Normen

Eine nicht abschließende Zusammenstellung von für die Altholzverordnung relevanten Normen und Regelwerken<sup>290</sup> ist nachfolgender Tabelle zu entnehmen. Diese ist unterteilt in die Unterpunkte Probenahme, Probenvorbereitung und Analytik. Normen, für die in der Spalte „AltholzV (2002)“ ein Ausgabedatum enthalten ist, sind bislang in der Altholzverordnung berücksichtigt. Bei Normen, die mittlerweile zurückgezogen wurden, ist dieses in der Spalte „Bemerkung“ inklusive des Normersatzes vermerkt. Normen, die zurückgezogene Normen ersetzen sollen, sind jeweils in der Zeile unterhalb der zurückgezogenen Norm aufgeführt. Darüber hinaus sind weitere Normen für die Anwendungsbereiche „Feste Brennstoffe“ und „Feste Sekundärbrennstoffe“ enthalten.

| Norm /<br>Regelwerk                                                                      | Inhalt                                                                                                                                                                           | Ausgabedatum       |         | Bemerkung                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|------------------------------------------------------------------|
|                                                                                          |                                                                                                                                                                                  | AltholzV<br>(2002) | aktuell |                                                                  |
| Probenahme (in der aktuellen AltholzV ohne Verweis auf entsprechende Normen beschrieben) |                                                                                                                                                                                  |                    |         |                                                                  |
| LAGA PN<br>98                                                                            | Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen                           |                    | 2001-12 |                                                                  |
| DIN<br>51701-2                                                                           | Prüfung fester Brennstoffe* - Probenahme und Probenvorbereitung - Teil 2: Durchführung der Probenahme                                                                            | [-]                | 2006-09 |                                                                  |
| DIN<br>51701-4                                                                           | Prüfung fester Brennstoffe* - Probenahme und Probenvorbereitung - Teil 4: Geräte                                                                                                 | [-]                | 2006-09 |                                                                  |
| DIN EN<br>15442                                                                          | Feste Sekundärbrennstoffe** - Verfahren zur Probenahme                                                                                                                           | [-]                | 2011-05 |                                                                  |
| DIN<br>19698-2                                                                           | Untersuchung von Feststoffen - Probenahme von festen und stichfesten Materialien - Teil 2: Anleitung für die Entnahme von Proben zur integralen Charakterisierung von Haufwerken | [-]                | 2016-12 |                                                                  |
| Probenvorbereitung                                                                       |                                                                                                                                                                                  |                    |         |                                                                  |
| DIN<br>51701-3                                                                           | Prüfung fester Brennstoffe* - Probenahme und Probenvorbereitung - Teil 3: Durchführung der Probenvorbereitung                                                                    | 1985-08            | 2006-09 | Herstellung einer Laborprobe                                     |
| DIN EN<br>15413                                                                          | Feste Sekundärbrennstoffe** - Verfahren zur Herstellung der Versuchsprobe aus der Laboratoriumsprobe                                                                             | [-]                | 2011-11 |                                                                  |
| Analytik                                                                                 |                                                                                                                                                                                  |                    |         |                                                                  |
| DIN 52183                                                                                | Bestimmung der Feuchte                                                                                                                                                           | 1977-11            | [-]     | Dokument zurückgezogen, Regelsetzer empfiehlt die DIN EN 13183-1 |

<sup>290</sup> Quellenangaben s. 2.2 Normenverzeichnis

| Norm /<br>Regelwerk     | Inhalt                                                                                                                                                                                  | Ausgabedatum       |         | Bemerkung                                                |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|----------------------------------------------------------|
|                         |                                                                                                                                                                                         | AltholzV<br>(2002) | aktuell |                                                          |
| DIN EN 13183-1          | Feuchtegehalt eines Stückes Schnittholz - Teil 1: Bestimmung durch Darrverfahren                                                                                                        | [-]                | 2002-07 | Soll lt. Regelsetzer die DIN 52183 ersetzen              |
| DIN 51718               | Prüfung fester Brennstoffe* – Bestimmung des Wassergehaltes und der Analysenfeuchtigkeit                                                                                                | [-]                | 2002-06 |                                                          |
| DIN EN 15414-3          | Feste Sekundärbrennstoffe** – Bestimmung des Wassergehaltes unter Verwendung des Verfahrens der Ofentrocknung – Teil 3                                                                  | [-]                | 2011-05 |                                                          |
| DIN 51727               | Prüfung fester Brennstoffe* - Bestimmung des Chlorgehaltes                                                                                                                              | 2001-06            | 2011-11 |                                                          |
| DIN 51723               | Prüfung fester Brennstoffe*-Bestimmung des Fluorgehaltes                                                                                                                                | [-]                | 2002-06 |                                                          |
| DIN EN ISO 10304-1      | Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie - Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat | 1995-04            | 2009-01 |                                                          |
| DIN EN ISO 10304-1      | Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie – Teil 1 Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat                         | [-]                | 2009-07 |                                                          |
| DIN EN ISO 12846        | Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) mit und ohne Anreicherung (ISO 12846:2012)                                     | [-]                | 2012-08 | Ersetzt DIN EN ISO 12338                                 |
| DIN EN 15408            | Feste Sekundärbrennstoffe** – Verfahren zur Bestimmung des Gehaltes an Schwefel (S), Chlor (Cl), Fluor (F), Brom (Br)                                                                   | [-]                | 2011-05 |                                                          |
| DIN EN 14582            | Charakterisierung von Abfällen - Halogen- und Schwefelgehalt - Sauerstoffverbrennung in geschlossenen Systemen und Bestimmungsverfahren; Deutsche Fassung EN 14582:2016                 | [-]                | 2016-12 | Chlor, Fluor, Schwefel                                   |
| DIN EN ISO 11969        | Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Arsen - Atomabsorptionsspektrometrie (Hydridverfahren)                                                                                            | 1996-11            | [-]     | 2015-05 zurückgezogen, Ersatz: DIN ISO 17378-2 (Entwurf) |
| DIN ISO 17378 (Entwurf) | Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Arsen und Antimon - Teil 2: Atomabsorptionsspektrometrie mit Hydridbildung (HG-AAS)                                                               | [-]                | 2017-01 | Soll DIN EN ISO 11969 ersetzen; bislang im Entwurf       |
| DIN 38406-6             | Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Kationen (Gruppe E) - Teil 6: Bestimmung von Blei mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (E 6)          | 1998-07            | 1998-07 |                                                          |

| Norm /<br>Regelwerk | Inhalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Ausgabedatum       |         | Bemerkung                                                                 |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------|
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AltholzV<br>(2002) | aktuell |                                                                           |
| DIN EN<br>ISO 11885 | Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (für Aluminium, Antimon, Arsen, Barium, Beryllium, Bismut, Bor, Cadmium, Calcium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Gallium, Indium, Eisen, Blei, Lithium, Magnesium, Mangan, Molybdän, Nickel, Phosphor, Kalium, Selen, Silizium, Silber, Natrium, Strontium, Schwefel, Zinn, Titan, Wolfram, Vanadium, Zink, Zirkonium) | 1998-04            | 2009-09 | Lt. AltholzV (2002) bislang für Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer              |
| DIN ISO<br>11047    | Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserextrakt - Flammen- und elektrothermisches Atomabsorptionsspektrometrisches Verfahren (ISO 11047:1998)                                                                                                                                                                                                                  | 1998-05            | 2003-05 | Lt. AltholzV (2002) bislang für Blei, Cadmium, Chrom, Cobalt              |
| DIN EN<br>ISO 5961  | Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Cadmium durch Atomabsorptionsspektrometrie Deutsche Fassung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1995-05            | 1995-05 |                                                                           |
| DIN EN<br>1233      | Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Chrom - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie (Deutsche Fassung)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1996-08            | 1996-08 |                                                                           |
| DIN<br>38406-7      | Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung von Kupfer mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (E 7)                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1991-09            | 1991-09 |                                                                           |
| DIN EN<br>1483      | Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie; Deutsche Fassung EN 1483:2007                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1997-08            | 2007-07 | Dokument zurückgezogen; Ersatz: DIN EN ISO 12846                          |
| DIN EN<br>ISO 12338 | Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Quecksilber - Verfahren nach Anreicherung durch Amalgamierung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1998-10            | [-]     | Dokument zurückgezogen, Ersatz: DIN EN ISO 12846                          |
| DIN<br>22022-1      | Feste Brennstoffe*-Bestimmung der Gehalte an Spurenelementen – Teil 1: Allgemeine Regeln, Probenahme und Probenvorbereitung – Vorbereitung der Analysenprobe für die Bestimmung (Aufschlussverfahren)                                                                                                                                                                                                                                    | [-]                | 2014-07 | Spurenelemente wie Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Cäsium oder Quecksilber |
| DIN<br>22022-4      | Feste Brennstoffe*- Bestimmung der Gehalte an Spurenelementen – Teil 4: Atomabsorptionsspektroskopie unter Anwendung der Hydrid- bzw. Kaltdampftechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                   | [-]                | 2001-02 | Arsen, Quecksilber                                                        |
| DIN<br>22022-5      | Feste Brennstoffe*- Bestimmung der Gehalte an Spurenelementen – Teil 4: Atomabsorptionsspektroskopie unter Anwendung der Graphitrohrtechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                              | [-]                | 2001-02 | Chrom                                                                     |
| DIN<br>22022-7      | Feste Brennstoffe* - Bestimmung der Gehalte an Spurenelementen – Teil 7: ICP-MS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | [-]                | 2014-07 | Blei, Cadmium, Kupfer                                                     |

| Norm /<br>Regelwerk  | Inhalt                                                                                                                                                                                                                                      | Ausgabedatum       |         | Bemerkung                                     |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|-----------------------------------------------|
|                      |                                                                                                                                                                                                                                             | AltholzV<br>(2002) | aktuell |                                               |
| DIN EN 15411         | Feste Sekundärbrennstoffe** – Verfahren zur Bestimmung des Gehaltes an Spurenelementen (As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Ti, V und Zn)                                                                               | [-]                | 2011-11 |                                               |
| DIN ISO 5725-1       | Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen - Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Begriffe (ISO 5725-1:1994)                                                                                                | 1997-11            | 1997-11 |                                               |
| DIN EN ISO/IEC 17025 | Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2017)                                                                                                                                          | 2000               | 2018-03 |                                               |
| DIN 38414-20         | Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Schlamm und Sedimente (Gruppe S) - Teil 20: Bestimmung von 6 polychlorierten Biphenylen (PCB) (S 20)                                                            | 1996-01            | 1996-01 |                                               |
| DIN EN 15308         | Charakterisierung von Abfällen - Bestimmung ausgewählter polychlorierter Biphenyle (PCB) in festem Abfall mittels Gaschromatographie mit Elektroneneinfang-Detektion oder massenspektrometrischer Detektion; Deutsche Fassung EN 15308:2016 | [-]                | 2016-12 | PCB, Norm wurde auch für Abfallholz validiert |
| DIN ISO 14154        | Bodenbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Chlorphenolen - Gaschromatographisches Verfahren mit Elektronen-Einfang-Detektion (ISO 14154:2005)                                                                                        | [-]                | 2005-12 | u. a. PCP                                     |

\*Regelbrennstoffe wie Steinkohlen, Steinkohlenbriketts, Steinkohlenkoks, Braunkohlen, Braunkohlenbriketts und Braunkohlenkoks sowie andere feste Brennstoffe wie Schlammkohle, Ballastkohle und Waschberge, Holzkohlen, Holzkohlenbriketts, Holzpresslinge, feste Biobrennstoffe und feste Sekundärbrennstoffe

\*\* : Fester Sekundärbrennstoff: fester Brennstoff, hergestellt aus nicht gefährlichem Abfall, der zur Energiegewinnung in Verbrennungs- oder Mitverbrennungsanlagen zu nutzen ist und den in EN 15359 dargelegten Anforderungen hinsichtlich der Klassifizierung und Spezifikation entspricht

Quelle: eigene Zusammenstellung, FH Münster, IWARU

## B Zusammenstellung holzfremder Inhaltsstoffe

Im Folgenden wird eine tabellarische Übersicht über die verschiedenen holzfremden Inhaltsstoffe gegeben, die durch eine Behandlung im Altholz enthalten sein können.<sup>291</sup>

### Holzschutzmittel

#### Feuer- oder Flammenschutzmittel

Unterscheidung zwischen:  
Schaumschichtbildenden Mitteln → wässrige Anstrichstoffe, die im Brandfall durch Schäumen eine Wärmeschutzschicht bilden.  
Feuerschutzsalze → u. a. wasserlösliche Phosphate und Borate, Verwendung: Kesseldruckverfahren

PCB, das. in sog. Wilhelmi-Dämmplatten bis ca. 1972 eingesetzt wurde. Seit 1989 ist das Inverkehrbringen nach der ChemVerbV in Deutschland verboten.

#### Wasserlösliche Holzschutzmittel

Kombinationssalze der Elemente *Bor, Fluor, Kupfer und Zink*. Fixierung der Schwermetalle, Verfahren: u. a. Tauchen, Tränken, Kesseldruckimprägnierung.

*Bor- und Fluorsalze*. Nicht fixierend. Verfahren: u. a. Tauchen, Tränken, Spritzen.

Wasserlösliche organische HSM wie *quarternäre Ammoniumverbindungen* (fungizide und insektizide Eigenschaften), *Betain-Präparate* oder *Cu-HDO* (Stickstoff-Kupferverbindung).

*Quecksilber(II)chlorid* (Trivialname: *Sublimat*). Einsatz → Masten, Pfähle oder Eisenbahnschwellen. → seit 1993 nach der ChemVerbV verboten. → Restbestände im Bereich des Hopfenbaus  
*CKA Salze* (Kupfer, Arsen und Chrom) → in Europa i. d. R. nicht mehr angewendet, → Arsenpräparate in Deutschland seit 1990 nicht mehr hergestellt und seit 2003 nicht mehr verwendet, → zunehmend durch Präparate wie z. B. HDO ersetzt.  
*CKF- und CKFZ-Imprägnierungen* → Fluoreinträge, v. a. Hölzer vor den 1990er Jahren

#### Lösemittelhaltige Holzschutzmittel

*Dichlofluamid* = Sulfonamid und Fungizid  
→ der am häufigsten gegen Bläuepilze eingesetzte Wirkstoff,  
→ auch in Lacken und sonstigen Anstrichmitteln eingesetzt,  
→ hat u. a. PCP abgelöst,  
→ geringe Toxizität → keine Anwendungsbeschränkungen, kann aber bei empfindlichen Menschen und Kindern aber allergen wirken.  
*Permethrin oder Deltamethrin* = Pyrethroide, synthetische Insektizide

*Pentachlorphenol* (PCP).  
→ stark wirksames Fungizid, überwiegend aufgestrichen oder aufgesprüht (z. B. Bahnschwellen, Telegrafmasten, Zäune etc.)  
→ seit 1989 europaweit verboten  
→ vor 1989 v. a. für die Behandlung von tragendem Gebälk eingesetzt  
→ geruchlos und farblos und somit v. a. über Herkunft und Optik in der Sortierung zu separieren  
*Gamma-Hexachlorcyclohexan* (Trivialname: *Lindan*)  
→ stark wirksames Insektizid.  
→ bei Sortimenten bedeutsam, die vor 1984 hergestellt wurden  
→ in Deutschland im Holzschutz nicht mehr angewendet und seit 2000 als Pflanzenschutzmittel nicht mehr zugelassen

#### Teerölpräparate

*Kreosotöle* der Klasse WEI-Typ C. Geruchs- und emissionsarm mit einem Benzo(a)pyren-Gehalt bis höchstens 50 mg/kg und einem Gehalt an wasserlöslichen Phenolen kleiner 3 %

*Steinkohlenteeröle* mit breitem Destillatspektrum, enthielten viele toxische Bestandteile. Einbringmengen betrugen 5 bis 15 % der Holzmasse.

<sup>291</sup> verändert nach BAV (2012)

| Farben und Lacke                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Moderne Anstrichmittel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Historische Anstrichmittel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><i>Farbpigmente</i>, von denen u. a. das Weißpigment Titandioxid bedeutsam ist.</p> <p>Trockenstoffe, u. a. <i>Blei-Sikkative</i>, werden noch immer verwendet. Anteil in Lacken mit RAL-Umweltzeichen deutlich reduziert.</p> <p>Topfkonserverer: Konservierungsmittel zum Schutz vor mikrobiellem Befall bei der Lagerung, u. a. <i>Biozide</i> oder <i>Formaldehyd</i>.</p> | <p>Farbpigmente, u. a. Verbindungen mit <i>Blei, Chrom, Zink und Cadmium</i></p> <p>→ <i>Cadmium</i> mengenmäßig eher unbedeutend.</p> <p>→ <i>Blei</i> war als Bestandteil eines Weißpigments für Fenster und Türen sehr bedeutsam.</p> <p>→ <i>Zink</i> ist ebenfalls Bestandteil eines Weißpigments.</p> <p><i>Schwermetallhaltige Lacktrockenstoffe</i> wie die <i>Blei-Sikkative</i> wurden früher vor allem bei Lacken auf Naturölbasis, z. B. Leinöl, verwendet. Mit der Einführung der synthetischen Lacke ist ihre Verwendung deutlich zurückgegangen.</p> |

Quelle: verändert nach BAV (2012)

Darüber hinaus können Kunststoffbeschichtungen in geringen Mengen Bleisulfat als Stabilisator enthalten. Beschichtungen mit halogenorganischen Verbindungen, v. a. in Deckschichten und Kantenanleimer von Spanplatten, können darüber hinaus aus PVC bestehen. Bei Vorliegen von PVC in Altholz werden besondere Anforderungen an den Immissionsschutz und die Auslegung der Anlagentechnik der Verbrennungsanlagen gestellt, laut VDI<sup>292</sup> ist die Mengenrelevanz in den Jahren 2003 bis 2013 in der Möbelindustrie aber deutlich gesunken.

<sup>292</sup> VDI (2016)



## C Anforderungen LAGA-Fachmodul Abfall, Untersuchungsbereich 6: Altholz

Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht über die Anforderungen aus dem LAGA-Fachmodul Abfall<sup>293</sup> zu Altholz (Untersuchungsbereich 6).

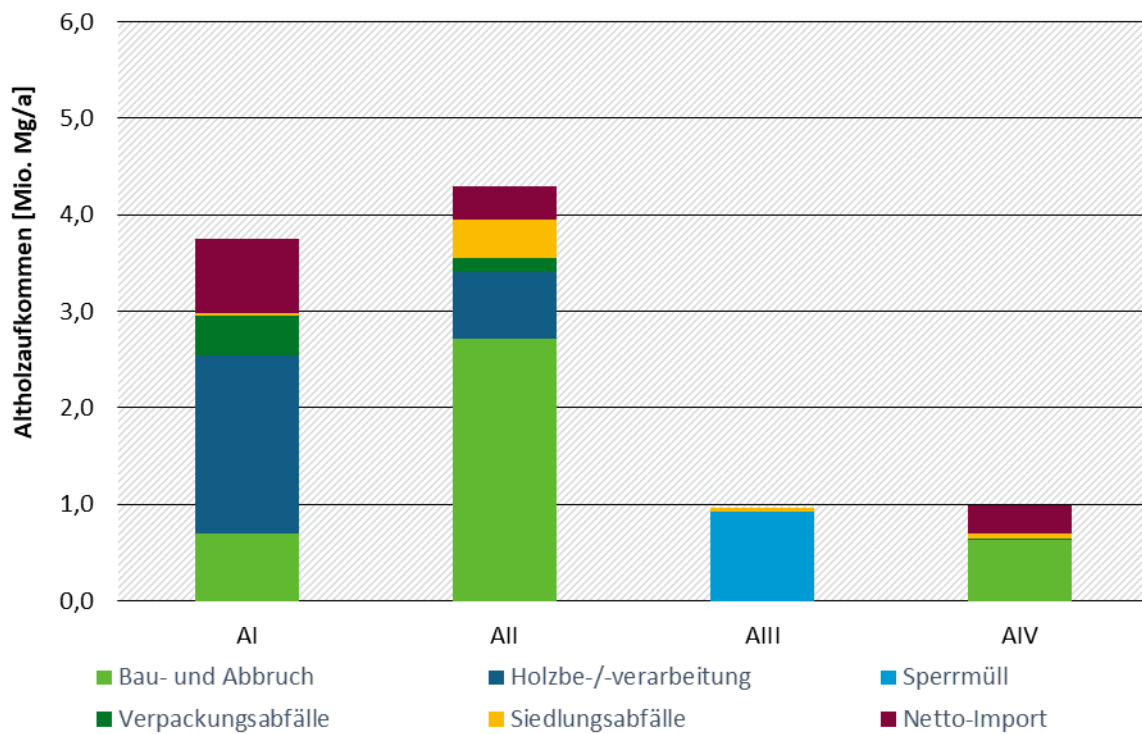
|     | Teilbereiche/Parameter               | Grundlage/ Verfahren: AltholzV                           |
|-----|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 6.1 | Probenahme und Probenvorbereitung    | § 6 Abs. 6 AltholzV                                      |
| a)  | Probenahme                           | LAGA PN 98 in Verbindung mit Anhang IV Nr. 1.1 AltholzV  |
| b)  | Probenvorbereitung                   | DIN 19747 (07.09) in Verbindung mit Anhang IV Nr. 1.3    |
|     | Herstellung der Laborprobe           | DIN 19747 (07.09) in Verbindung mit DIN 51701- 3 (08.85) |
|     | Feuchtigkeitsgehalt                  | DIN 52183 (11.77)                                        |
| 6.2 | Schwermetalle                        | Anhang IV Nr. 1.4.3 AltholzV                             |
|     | Königswasseraufschluss               | E DIN EN 13657 (10.99)                                   |
|     |                                      | DIN EN 13657 (01.03)                                     |
|     | Arsen (aus Königswasseraufschluss)   | DIN EN ISO 11969 (11.96)                                 |
|     |                                      | DIN ISO 11047 (05.03)                                    |
|     |                                      | DIN EN ISO 11885 (09.09)                                 |
|     |                                      | DIN EN ISO 22036 (06.09)                                 |
|     |                                      | DIN EN ISO 17294- 2 (01.17)                              |
|     | Blei (aus Königswasseraufschluss)    | DIN 38406- 6 (07.98)                                     |
|     |                                      | DIN EN ISO 11885 (04.98)                                 |
|     |                                      | DIN ISO 11047 (05.98)                                    |
|     |                                      | DIN ISO 11047 (05.03)                                    |
|     |                                      | DIN EN ISO 17294- 2 (01.17)                              |
|     |                                      | DIN EN ISO 11885 (09.09)                                 |
|     |                                      | DIN EN ISO 22036 (06.09)                                 |
|     | Cadmium (aus Königswasseraufschluss) | DIN EN ISO 5961 (05.95)                                  |
|     |                                      | DIN EN ISO 11885 (04.98)                                 |
|     |                                      | DIN ISO 11047 (06.95)                                    |
|     |                                      | DIN ISO 11047 (05.03)                                    |
|     |                                      | DIN EN ISO 17294-2 (01.17)                               |
|     |                                      | DIN EN ISO 11885 (09.09)                                 |

<sup>293</sup> LAGA (2018)

|     | Teilbereiche/Parameter                   | Grundlage/ Verfahren: AltholzV                                     |
|-----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|     |                                          | DIN EN ISO 22036 (06.09)                                           |
|     | Chrom (aus Königswasseraufschluss)       | DIN EN 1233 (08.96)                                                |
|     |                                          | DIN EN ISO 11885 (04.98)                                           |
|     |                                          | DIN ISO 11047 (06.95)                                              |
|     |                                          | DIN ISO 11047 (05.03)                                              |
|     |                                          | DIN EN ISO 17294-2 (01.17)                                         |
|     |                                          | DIN EN ISO 11885 (09.09)                                           |
|     |                                          | DIN EN ISO 22036 (06.09)                                           |
|     | Kupfer (aus Königswasseraufschluss)      | DIN 38406- 7 (09.91)                                               |
|     |                                          | DIN EN ISO 11885 (04.98)                                           |
|     |                                          | DIN ISO 11047 (06.95)                                              |
|     |                                          | DIN ISO 11047 (05.03)                                              |
|     |                                          | DIN EN ISO 17294-2 (01.17)                                         |
|     |                                          | DIN EN ISO 11885 (09.09)                                           |
|     |                                          | DIN EN ISO 22036 (06.09)                                           |
|     | Quecksilber (aus Königswasseraufschluss) | DIN EN 1483 (08.97)                                                |
|     |                                          | DIN EN ISO 12338 (10.98)                                           |
|     |                                          | DIN EN 12846 (08.12)                                               |
|     |                                          | DIN EN ISO 17852 (04.08)                                           |
| 6.3 | Halogene                                 | Anhang IV Nr. 1.4.2 AltholzV                                       |
|     | Fluor, Chlor                             | DIN 51727 (06.01)                                                  |
|     |                                          | DIN 51727 (11.11)                                                  |
|     |                                          | DIN EN 14582 (06.07) in Verbindung mit DIN EN ISO 10304- 1 (04.95) |
|     |                                          | DIN EN ISO 10304- 1 (07.09)                                        |
| 6.4 | Organische Parameter                     | Anhang IV Nr. 1.4.4 und 1.4.5 AltholzV                             |
|     | Pentachlorphenol (PCP)                   | Anhang IV AltholzV, Nr. 1.4.4                                      |
|     |                                          | DIN ISO 14154 (12.05)                                              |
|     | Polychlorierte Biphenyle (PCB)           | Anhang IV AltholzV, Nr. 1.4.5 in Verb. mit DIN 38414- 20 (01.96)   |

Quelle: eigene Zusammenstellung in Anlehnung an LAGA (2018), FH Münster, IWARU

## D Aufkommen und Zusammensetzung der Altholzkategorien in Deutschland im Jahr 2016



Quellen: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018b), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018c), Statistisches Bundesamt (Destatis) (2018d), Schüler, K. (2018), Döring, P. et al. (2018a), Steger, S. et al. (2019), eigene Berechnungen und eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

## E Vorschlag für die Zuordnung gängiger Holzsortimente im Regelfall

Nachfolgend ist ein Vorschlag für die Zuordnung gängiger Holzsortimente im Regelfall dargestellt. Im Vergleich zum aktuellen Anhang III der Altholzverordnung erfolgten folgende Änderungen:

- Neuaufnahme der AV 030104\* und 200137\*,
- redaktionelle Änderungen (siehe Fußnoten in der Tabelle).

Zusätzlich sollten Hinweise gegeben werden auf die

- Möglichkeit einer Zuordnung von Altholz außerhalb des Regelfalls, wenn nach vorliegender Analytik und Einhaltung der Grenzwerte nachgewiesen ist, dass das Altholz einer niedrigeren Altholzkategorie entspricht,
- unterstützende Nutzung von Echtzeitanalysegeräten.

| Gängige Altholzsortimente                     |                                           |                                                                                                            | Zuordnung im Regelfall | Abfallschlüssel |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|
| Holzabfälle aus der Holzbe- und -verarbeitung | Verschnitt, Aschnitte, Späne <sup>1</sup> | naturbelassenes Vollholz <sup>1</sup>                                                                      | A I                    | 03 01 05        |
|                                               |                                           | Holzwerkstoffe und sonstiges behandeltes Holz (ohne schädliche Verunreinigungen) <sup>1</sup>              | A II                   | 03 01 05        |
|                                               |                                           | Sägemehl, Späne, Abschnitte, Holz, Spanplatten und Furniere, die gefährliche Stoffe enthalten <sup>2</sup> | A IV                   | 03 01 04*       |
| Verpackungen                                  | Paletten                                  | Paletten aus Vollholz, wie z. B.: Europaletten, Industriepaletten aus Vollholz                             | A I                    | 15 01 03        |
|                                               |                                           | Paletten aus Holzwerkstoffen                                                                               | A II                   | 15 01 03        |
|                                               |                                           | Sonstige Paletten, mit Verbundmaterialien                                                                  | A III                  | 15 01 03        |
|                                               |                                           | Paletten mit schädlichen Verunreinigungen <sup>2</sup>                                                     | A IV                   | 150110*         |
|                                               | Kisten, Verschlüge                        | aus Vollholz                                                                                               | A I                    | 15 01 03        |
|                                               |                                           | aus Holzwerkstoffen                                                                                        | A II                   | 15 01 03        |
|                                               |                                           | sonstige, mit Verbundmaterialien                                                                           | A III                  | 15 01 03        |
|                                               |                                           | mit schädlichen Verunreinigungen (z. B. Munitionskisten)                                                   | A IV                   | 15 01 10 *      |
|                                               | Kabeltrommeln aus Vollholz                | Herstellung vor 1989                                                                                       | A IV                   | 15 01 10 *      |
|                                               |                                           | Herstellung nach 1989                                                                                      | A II                   | 15 01 03        |
| Altholz aus dem Baubereich                    | Baustellensortimente                      | naturbelassenes Vollholz                                                                                   | A I                    | 17 02 01        |
|                                               |                                           | Holzwerkstoffe, Schalhälzer, behandeltes Vollholz (ohne schädliche Verunreinigungen)                       | A II                   | 17 02 01        |
|                                               |                                           | Holzwerkstoffe, Schalhälzer, Vollholz mit schädlichen Verunreinigungen <sup>2</sup>                        | A IV                   | 17 02 04 *      |
|                                               | Altholz aus dem Abbruch und Rückbau       | Dielen, Fehlböden, Bretterschalungen aus dem Innenausbau (ohne schädliche Verunreinigungen)                | A I                    | 17 02 01        |

| Gängige Altholzsortimente                                                |                                          |                                                                                                                                    | Zuordnung<br>im Regel-<br>fall | Abfall-<br>schlüssel |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------|
|                                                                          |                                          | Türblätter und Zargen von Innentüren<br>(ohne schädliche Verunreinigungen)                                                         | A II                           | 17 02 01             |
|                                                                          |                                          | Profilblätter für die Raumausstattung,<br>Deckenpaneele, Zierbalken usw. (ohne schädliche<br>Verunreinigungen)                     | A II                           | 17 02 01             |
|                                                                          |                                          | Bauspanplatten                                                                                                                     | A II                           | 17 02 01             |
|                                                                          |                                          | Mischsortimente (ohne schädliche<br>Verunreinigungen) <sup>2</sup>                                                                 | AIII                           | 17 02 01             |
| Altholz aus<br>dem Baube-<br>reich                                       | Altholz aus dem Ab-<br>bruch und Rückbau | Konstruktionshölzer für tragende Teile                                                                                             | A IV                           | 17 02 04 *           |
|                                                                          |                                          | Holzfachwerk und Dachsparren                                                                                                       | A IV                           | 17 02 04 *           |
|                                                                          |                                          | Fenster, Fensterstöcke, Außentüren                                                                                                 | A IV                           | 17 02 04 *           |
|                                                                          |                                          | Imprägnierte Bauhölzer aus dem Außenbereich                                                                                        | A IV                           | 17 02 04 *           |
|                                                                          |                                          | Dämm- und Schallschutzplatten, die mit Mitteln<br>behandelt wurden, die polychlorierte Biphenyle<br>(PCB) enthalten <sup>1,3</sup> | Beseitigung                    | 17 06 03 *           |
| Imprägniertes Altholz aus dem Außen-<br>bereich                          |                                          | Bahnschwellen                                                                                                                      | A IV                           | 17 02 04 *           |
|                                                                          |                                          | Leitungsmasten                                                                                                                     | A IV                           | 17 02 04 *           |
|                                                                          |                                          | Sortimente aus dem Garten- und Landschaftsbau                                                                                      | A IV                           | 17 02 04 *           |
|                                                                          |                                          | Sortimente aus der Landwirtschaft                                                                                                  | A IV                           | 17 02 04 *           |
| Möbel                                                                    |                                          | Möbel, naturbelassenes Vollholz                                                                                                    | A I                            | 20 01 38             |
|                                                                          |                                          | Möbel, ohne halogenorganische Verbindungen in<br>der Beschichtung                                                                  | A II                           | 20 01 38             |
|                                                                          |                                          | Möbel, mit halogenorganischen Verbindungen in<br>der Beschichtung                                                                  | A III                          | 20 01 38             |
|                                                                          |                                          | imprägnierte Gartenmöbel <sup>3</sup>                                                                                              | A IV                           | 20 01 37 *           |
| Altholz aus dem Sperrmüll (Mischsortiment)                               |                                          |                                                                                                                                    | A III                          | 20 03 07             |
| Altholz aus industrieller Anwendung (z. B. Industriefußböden, Kühltürme) |                                          |                                                                                                                                    | A IV                           | 17 02 04 *           |
| Altholz aus dem Wasserbau                                                |                                          |                                                                                                                                    | A IV                           | 17 02 04 *           |
| Altholz von abgewrackten Schiffen und Waggonen                           |                                          |                                                                                                                                    | A IV                           | 17 02 04 *           |
| Altholz aus Schadensfällen (z. B. Brandholz)                             |                                          |                                                                                                                                    | A IV                           | 17 02 04 *           |
| Feinfraktion aus der Aufarbeitung von Altholz zu Holzwerkstoffen         |                                          |                                                                                                                                    | A IV                           | 19 12 06 *           |

1 - Text angepasst

2 - Neue Passage

3 - Element verschoben

Bei Altholz aus dem Baubereich wurde das Altholzsortiment „Bau- und Abbruchholz mit schädlichen Verunreinigungen“ (17 02 04\*) gestrichen, da es über die dort genannten Beispiele konkretisiert ist.

## F Vorschlag für Anlieferscheine für die Altholzverordnung

### F.1 Vorschlag für einen Anlieferungsschein an eine Altholzaufbereitungsanlage

| Anlieferungsschein für Altholz an der Altholzaufbereitungsanlage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                           |              |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------|--------------|------|
| Erzeuger / Anlieferer:<br>(Firma/Ansprechpartner):<br>Straße:<br>PLZ und Ort:<br>Telefon:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                           |              |      |
| Gängige Altholzsortimente<br>(bei mehreren möglichen Sortimenten Zutreffendes bitte unterstreichen)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ASN     | Zuordnung<br>im Regelfall | Menge<br>(t) | (m³) |
| Verschnitt, Abschnitte, Späne von naturbelassenem Vollholz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 030105  | A I                       |              |      |
| Verschnitt, Abschnitte, Späne von Holzwerkstoffen und sonstigem behandelten Holz (ohne schädliche Verunreinigungen)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 030105  | A II                      |              |      |
| Sägemehl, Späne, Abschnitte, Holz, Spanplatten und Furniere, die gefährliche Stoffe enthalten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 030104* | A IV                      |              |      |
| Paletten aus Vollholz, Verschläge und Kisten aus Vollholz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 150103  | A I                       |              |      |
| Kabeltrommeln aus Vollholz (Herstellung nach 1989), Paletten und Transportkisten aus Holzwerkstoffen,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 150103  | A II                      |              |      |
| Sonstige Paletten mit Verbundmaterialien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 150103  | A III                     |              |      |
| Kabeltrommeln aus Vollholz (Herstellung vor 1989), Paletten mit schädlichen Verunreinigungen, Munitionskisten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 150110* | A IV                      |              |      |
| Baustellensortimente aus naturbelassenem Vollholz (z. B. Dielen, Fehlböden, Bretterschalungen aus dem Innenausbau)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 170201  | A I                       |              |      |
| Baustellensortimente aus Holzwerkstoffen, Schalhölzern, behandeltem Vollholz (ohne schädliche Verunreinigungen), Bauspanplatten, Türblätter, Zargen von Innentüren, Profilbretter für die Raumausstattung, Deckenpaneele, Zierbalken usw. (ohne schädliche Verunreinigungen)                                                                                                                                                                                                               | 170201  | A II                      |              |      |
| Holzwerkstoffe, Schalhölzer und Vollholz mit schädlichen Verunreinigungen, Konstruktionshölzer für tragende Teile, Holzfachwerk und Dachsparren, Fenster, Fensterstöcke, Außentüren, imprägnierte Bauhölzer aus dem Außenbereich, Bahnschwellen, Leitungsmasten, Sortimente aus dem Garten- und Landschaftsbau, Sortimente aus der Landwirtschaft, Altholz aus industrieller Anwendung, aus dem Wasserbau, von abgewrackten Schiffen und Waggons oder aus Schadensfällen (z. B. Brandholz) | 170204* | A IV                      |              |      |
| Dämm- und Schallschutzplatten, die mit Mitteln behandelt wurden, die polychlorierte Biphenyle (PCB) enthalten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 170603* | Beseitigung               |              |      |



|                                                                                                                           |         |          |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|--|--|
| Feinfraktion aus der Aufarbeitung von Altholz zu Holzwerkstoffen                                                          | 191206* | A IV     |  |  |
| Holzhackschnitzel, Holzspäne                                                                                              | 191207  | A I      |  |  |
| Holzhackschnitzel, Holzspäne                                                                                              | 191207  | A II     |  |  |
| Imprägnierte Gartenmöbel                                                                                                  | 200137* | A IV     |  |  |
| Möbel, naturbelassenes Vollholz                                                                                           | 200138  | A I      |  |  |
| Möbel, ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung                                                            | 200138  | A II     |  |  |
| Möbel, mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung                                                            | 200138  | A III    |  |  |
| Altholz aus Sperrmüll (Mischsortiment)                                                                                    | 200307  | A III    |  |  |
| Sonstige (nähere Bezeichnung nachfolgend)                                                                                 |         |          |  |  |
| Analyse beigelegt      ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>                                          |         |          |  |  |
| Auf Grundlage der vorliegenden Analyse von der Regelvermutung abweichende Zuordnung (nicht zutreffendes bitte streichen): |         | AI / AII |  |  |
| Empfänger:<br>Straße:<br>PLZ und Ort:<br>Ansprechpartner:<br>Telefon:                                                     |         |          |  |  |

## F.2 Vorschlag für einen Anlieferungsschein an eine Verwertungsanlage

| <b>Anlieferungsschein für Altholz an der Verwertungsanlage</b>                                                      |                                                                                                                    |                                | Datum: _____                    |       |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------|------|
| Anlieferung zur                                                                                                     | <b>Stofflichen Verwertung</b> <input type="checkbox"/><br><b>Energetischen Verwertung</b> <input type="checkbox"/> | (bitte ankreuzen)              |                                 |       |      |
| Anlieferer (Firma/Ansprechpartner):<br>Straße:<br>PLZ und Ort:<br>Telefon:                                          |                                                                                                                    |                                |                                 |       |      |
| Gängige Altholzsortimente                                                                                           | ASN                                                                                                                | Zuordnung zu Altholz-kategorie | Analysen-Nr. bzw. Chargen-Nr. * | Menge |      |
|                                                                                                                     |                                                                                                                    |                                |                                 | (t)   | (m³) |
| Holzhackschnitzel, Holzspäne                                                                                        | 191207                                                                                                             | A I                            | ---                             |       |      |
|                                                                                                                     | 191207                                                                                                             | A II                           |                                 |       |      |
|                                                                                                                     | 191207                                                                                                             | A III                          |                                 |       |      |
|                                                                                                                     | 191206*                                                                                                            | A IV                           |                                 |       |      |
| Sonstige, (nähere Bezeichnung nachfolgend):                                                                         |                                                                                                                    |                                |                                 |       |      |
| Bewertung über die letzten 10 Analysen beigelegt ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>          |                                                                                                                    |                                |                                 |       |      |
| Zusätzliche Informationen für den Betreiber der Verwertungsanlage (soweit erforderlich):<br>.....<br>.....<br>..... |                                                                                                                    |                                |                                 |       |      |
| Empfänger:<br>Straße:<br>PLZ und Ort:<br>Ansprechpartner:<br>Telefon:                                               |                                                                                                                    |                                |                                 |       |      |
| Unterschrift Anlieferer: .....                                                                                      |                                                                                                                    |                                |                                 |       |      |

\* - Analysen-Nr. gemäß § 6 AltholzV bzw. Chargen-Nr. gemäß § 7 AltholzV, soweit erforderlich

### F.3 Vorschlag für einen Bewertungsbogen als Anlage zum Anlieferungsschein an eine Verwertungsanlage

| Auswertebogen Eigenüberwachung Altholz zur stofflichen Verwertung |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                     |                            |
|-------------------------------------------------------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---------------------|----------------------------|
|                                                                   | Charge |   |   |   |   |   |   |   |   |    | Median<br>berechnet | 80. Perzentil<br>berechnet |
|                                                                   | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |                     |                            |
| Auftraggeber                                                      |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                     |                            |
| Ort                                                               |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                     |                            |
| Probenahmedatum                                                   |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                     |                            |
| Prüfberichts-Nr.                                                  |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                     |                            |
| Datum Prüfbericht                                                 |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                     |                            |
| Probenbezeichnung                                                 |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                     |                            |
| Arsen<br><i>mg/kg TM</i>                                          |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 2                   | 3                          |
| Blei<br><i>mg/kg TM</i>                                           |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 30                  | 50                         |
| Cadmium<br><i>mg/kg TM</i>                                        |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 1                   | 2                          |
| Chrom<br><i>mg/kg TM</i>                                          |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 20                  | 30                         |
| Kupfer<br><i>mg/kg TM</i>                                         |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 20                  | 40                         |
| Quecksilber<br><i>mg/kg TM</i>                                    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 0,2                 | 0,4                        |
| Chlor<br><i>mg/kg TM</i>                                          |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 700                 | 1.100                      |
| PCB<br><i>mg/kg TM</i>                                            |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |                     | [5]                        |
| PCP<br><i>mg/kg TM</i>                                            |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 2                   | [5]                        |

\* - Werte in [ ] sind Maximalwerte  
*kursiv* – Messwerte überwiegend unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Müssten nach Ableitung der Grenzwerte auf Grundlage der aktuellen Qualitäten zukünftig nicht berücksichtigt werden.

## G Vorgaben der AltholzV und der GewAbfV zum Betriebstagebuch

| AltholzV § 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | GewAbfV § 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Der Betreiber einer genehmigungsbedürftigen Altholzbehandlungsanlage hat <del>zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der Altholzentsorgung nach den Bestimmungen dieser Verordnung</del> ein Betriebstagebuch gemäß Satz 2 zu führen. Folgende Angaben sind in das Betriebstagebuch unverzüglich einzustellen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. bei der Zuordnung nach § 5 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 Satz 1 festgestellte erhebliche Abweichungen von der Deklaration nach § 11 Abs. 1 Satz 1,</li> <li>2. die Ergebnisse der Eigen- und Fremdüberwachung nach § 6 Abs. 1 einschließlich der dazugehörigen Dokumentation der Probenahmen,</li> <li>3. die Ergebnisse der Kontrolle von Altholz zur energetischen Verwertung nach § 7 Abs. 1,</li> <li>4. die Anlieferungsscheine nach § 11 Abs. 1 Satz 2,</li> <li>5. Art, Menge und Altholzkategorie des verwerteten oder beseitigten Altholzes sowie bei anderweitiger Entsorgung Art, Menge, Altholzkategorie und Verbleib des abgegebenen Altholzes,</li> <li>6. besondere Vorkommnisse, insbesondere Betriebsstörungen, die Auswirkungen auf die ordnungsgemäße Verwertung und Beseitigung von Altholz haben können einschließlich der möglichen Ursachen, und</li> <li>7. die erforderlichenfalls aufgrund der Ergebnisse der Prüfungen nach § 5 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 Satz 1, § 6 Abs. 1 und § 7 Abs. 1 oder aufgrund besonderer Vorkommnisse im Sinne der Nummer 6 getroffenen Abhilfemaßnahmen.</li> </ol> | <p>(1) Betreiber von Vorbehandlungsanlagen haben ein Betriebstagebuch nach Satz 2 zu führen und dieses nach Kalenderjahren zu unterteilen. Folgende Angaben sind in das Betriebstagebuch unverzüglich einzustellen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. die Sortierquote nach § 6 Absatz 4 und die Recyclingquote nach § 6 Absatz 6,</li> <li>2. die Angaben nach § 10 Absatz 1 und 2,</li> <li>3. die Bestätigungen nach § 10 Absatz 3 sowie</li> <li>4. die Ergebnisse der Fremdkontrolle nach § 11 Absatz 1 Satz 2.</li> </ol> |
| <p>(2) Das Betriebstagebuch ist von der für die Leitung und Beaufsichtigung des Betriebes verantwortlichen Person oder einer von ihr beauftragten Person regelmäßig zu überprüfen. Es kann durch Speicherung der Angaben nach Absatz 1 mittels elektronischer Datenverarbeitung oder in Form von Einzelblättern, auch für verschiedene Tätigkeitsbereiche oder Betriebsteile, geführt werden, wenn <del>die Angaben nach Absatz 1 leserlich in deutscher Sprache mit Druck, Schreibmaschine, Kugelschreiber oder einem sonstigen Schreibgerät mit dauerhafter Schrift eingetragen und</del> die Blätter <del>täglich</del> zusammengefasst werden. Es ist dokumentensicher anzulegen und vor unbefugtem Zugriff zu schützen. Das Betriebstagebuch muss jederzeit einsehbar sein und in Klarschrift vorgelegt werden können.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>(4) Das Betriebstagebuch ist von der für die Leitung und Beaufsichtigung des Betriebes verantwortlichen Person oder von einer von ihr beauftragten Person regelmäßig auf Richtigkeit und Vollständigkeit zu überprüfen. <b>Die Überprüfung ist zu dokumentieren.</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>(3) Der Betreiber der Altholzbehandlungsanlage hat die in das Betriebstagebuch eingestellten Angaben, beginnend mit dem Datum der Einstellung der einzelnen Angaben, fünf Jahre lang zu speichern oder die Einzelblätter, auf denen die Angaben eingetragen sind, fünf Jahre lang aufzubewahren und auf Verlangen der zuständigen Behörde <del>die gespeicherten Angaben in Klarschrift oder die Einzelblätter</del> vorzulegen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>(3) „...Der Betreiber der Vorbehandlungsanlage hat die im Betriebstagebuch enthaltenen Informationen nach ihrem Eintrag fünf Jahre lang aufzubewahren und auf Verlangen der zuständigen Behörde vorzulegen.“</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| AltholzV § 12                                                                                                                                                                                                   | GewAbfV § 12                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (4) Sofern nach anderen Bestimmungen Betriebstagebücher zu führen sind, können die erforderlichen Angaben in einem Betriebstagebuch zusammengefasst werden.                                                     | (2) Zur Erfüllung der Anforderungen nach Absatz 1 kann auf Nachweise und Register nach der Nachweisverordnung, auf das Betriebstagebuch nach der Entsorgungsfachbetriebsverordnung oder auf Aufzeichnungen auf Grund anderer Bestimmungen zurückgegriffen werden. |
| (5) Die Vorschriften der Nachweisverordnung, § 4 der PCB/PCT-Abfallverordnung sowie § 5 Absatz 1 der Entsorgungsfachbetriebsverordnung vom 2. Dezember 2016 in der jeweils geltenden Fassung bleiben unberührt. |                                                                                                                                                                                                                                                                   |

Quelle: AltholzV (2002), GewAbfV (20xx), eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

## H Abgrenzung der Wiederverwendung und der Vorbereitung zur Wiederverwendung

Mit der in Art. 4 Abs. 1 AbfRRL definierten und in das Kreislaufwirtschaftsgesetz übernommenen fünfstufigen Abfallhierarchie wird deutlich, dass die **Abfallvermeidung** grundsätzlich oberste Priorität hat und der Nutzung von Abfällen als Ressource zukünftig ein größerer Stellenwert beigemessen wird. Dabei wird jede Maßnahme, die ergriffen wird, bevor ein Stoff, Material oder Erzeugnis zu Abfall geworden ist, und dazu dient, die Abfallmenge, die schädlichen Auswirkungen des Abfalls auf Mensch und Umwelt oder den Gehalt an schädlichen Stoffen in Materialien und Erzeugnissen zu verringern, als Abfallvermeidungsmaßnahme verstanden (§ 3 Abs. 20 KrWG), insbesondere:

- ▶ die anlageninterne Kreislaufführung von Stoffen,
- ▶ die abfallarme Produktgestaltung,
- ▶ die **Wiederverwendung** von Erzeugnissen oder die Verlängerung ihrer Lebensdauer;
- ▶ ein Konsumverhalten, das auf den Erwerb von abfall- und schadstoffarmen Produkten sowie die Nutzung von Mehrwegverpackungen gerichtet ist.

Mit der „Abfallvermeidung“ werden somit Maßnahmen umschrieben, die grundsätzlich außerhalb der Abfallbewirtschaftung liegen.

Auf Grundlage des KrWG erstellte die Bundesregierung ein Abfallvermeidungsprogramm<sup>294</sup>, dessen zentrales umweltpolitisches Ziel die Entkopplung der Ressourcennutzung vom Wirtschaftswachstum ist. Dazu wurden verschiedene Unterziele definiert, u. a.:

- ▶ möglichst weitgehende Reduktion der Abfallmengen in Relation zur Wirtschaftsleistung oder zur Beschäftigten- und Bevölkerungszahl,
- ▶ Verbesserung des Informationsstandes und dadurch Sensibilisierung der Bevölkerung, der beteiligten Akteure aus Industrie, Gewerbe, Handel und Entsorgungswirtschaft,
- ▶ anlageninterne Kreislaufführung von Stoffen,
- ▶ Förderung eines Konsumverhaltens, das auf den Erwerb abfall- und schadstoffarmer Produkte gerichtet ist,
- ▶ abfallarme Produktgestaltung,
- ▶ Steigerung der Lebensdauer und der Nutzungsintensität sowie
- ▶ Förderung der Wiederverwendung von Produkten.

Nach Prüfung verschiedener Abfallvermeidungsmaßnahmen auf das jeweilige Abfallvermeidungspotenzial, die Umweltwirkungen, die ökonomischen und sozialen Auswirkungen sowie ggf. die administrativen Belastungen und die juristische Umsetzbarkeit werden im Abfallvermeidungsprogramm verschiedene Maßnahmen empfohlen. Im Folgenden werden einige genannt, die auch den Bereich Altholz betreffen könnten:

- ▶ Förderung der Wiederverwendung von Produkten u. a. durch die Einrichtung von Strukturen zur Wiederverwendung oder Mehrfachnutzung von Produkten (Gebrauchtwaren) durch öffentlich-rechtliche oder private Institutionen, von Reparaturnetzen, die sich der Reparatur oder weiteren Aufbereitung von gebrauchten Produkten, wie etwa Möbeln, widmen sowie von Tausch- und Verschenkbörsen,
- ▶ Förderung intensiverer Nutzung und Abfall vermeidender Produktdienstleistungssysteme („Nutzen statt Besitzen“),

<sup>294</sup> BMU (2013)



- ▶ Verbesserung der Abfallvermeidung beim Betrieb industrieller Anlagen durch Identifikation des Abfallvermeidungspotenzials sowie der Kommunikation der Möglichkeiten zu dessen Umsetzung für unterschiedliche Anlagenarten nach dem Stand der Technik,
- ▶ Umweltzeichen, d. h. die Auszeichnung von Abfall vermeidend hergestellten Produkten durch geeignete Kennzeichnungen (z. B. „Blauer Engel“). Für Bau- und Möbelplatten für den Innenausbau wurde bereits eine Kennzeichnung mit dem „Blauen Engel“ Emissionsarme plattenförmige Werkstoffe (DE - UZ 76) definiert. Da nach den Vergabekriterien sicherzustellen ist, dass mindestens 70 % des Holzes für Holzwerkstoffe aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammen oder Altholz gemäß Altholzkategorien A I und A II der Altholzverordnung sein muss,<sup>295</sup> ist dieses Umweltzeichen somit für den hier betrachteten Stoffstrom relevant. Bislang wurde das Umweltzeichen an zwei Unternehmen aus der Holzwerkstoffindustrie vergeben.

Nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz gehört auch die Wiederverwendung von Erzeugnissen, d. h. die Verwendung von Erzeugnissen oder Bestandteilen, die keine Abfälle sind, für denselben Zweck, für den sie ursprünglich bestimmt waren (§ 3 Abs. 21 KrWG) zur Abfallvermeidung (§ 3 Abs. 20 Satz 2 KrWG) und ist somit nicht Gegenstand der Altholzverordnung.

---

<sup>295</sup> RAL (2016)

## I Vorschlag für die Definition von Sach- und Fachkunde

Nachfolgend werden Vorschläge für Mindestanforderungen an die Sachkunde für die Zuordnung der Althölzer zu den Altholzkategorien sowie für die Fachkunde für die Probenahme im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung dargestellt.

### I.1 Vorschlag für die Anforderungen an die Sachkunde

#### Vorschlag Sachkunde

##### Gültigkeit

Alle Personen, die für die Zuordnung von Altholz gemäß Anhang III AltholzV zuständig sind.

##### Sachkunde

Die erforderliche Sachkunde ist gegeben, wenn die betroffene Person auf der Grundlage eines schriftlich oder elektronisch erstellten Einarbeitungsplanes betrieblich eingearbeitet worden ist und über den für die jeweilige Tätigkeit notwendigen aktuellen Wissensstand verfügt.

##### Inhalte

Relevante Aspekte aus gesetzlichen Vorgaben zur Entsorgung von Altholz und von gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen, die in einer Altholzbehandlungsanlage anfallen können

Zuordnung der Altholzsortimente A I bis A IV und PCB-Holz gemäß Regelvermutung (Anhang III) mit Ansprache von Stör- und Schadstoffen in Altholz (optisch, olfaktorisch, haptisch, ggf. inkl. Einsatz von Echtzeiterkennungsverfahren) in Theorie und Praxis.

Einweisung in die betriebsspezifischen Abläufe zur Entsorgung aller anfallenden Holzsortimente inkl. der gefährlichen Abfälle und der Störstoffe in Theorie und Praxis

##### Sachkundenachweis

Die entsprechende Einarbeitung ist im Betriebstagebuch zu dokumentieren.

##### Schulungshäufigkeit

Betroffene Personen haben zur Erlangung der Sachkunde an der betrieblichen Einweisung teilzunehmen. Bei Änderungen im Betrieb ist die Einweisung zu aktualisieren.

Quelle: eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

### I.2 Vorschlag für die Anforderungen an die Fachkunde

#### Vorschlag Fachkunde

##### Gültigkeit

Alle Personen, die im Rahmen der Eigen- und der Fremdüberwachung gemäß § 6 und § 7 der AltholzV Proben nehmen.

## Vorschlag Fachkunde

### Fachkunde

Die erforderliche Fachkunde ist gegeben, wenn die betroffene Person an einem oder mehreren von der zuständigen Behörde anerkannten Lehrgängen, in denen die entsprechenden Inhalte (vgl. Anhang I.3) vermittelt werden, teilgenommen hat.

### Inhalte

Siehe Vorschlag zu Mindestinhalten (vgl. Kapitel I.3)

### Fachkundenachweis

Die Bescheinigung über die Teilnahme an dem zuletzt besuchten Lehrgang

### Lehrgangshäufigkeit

Die betroffenen Personen haben zur Erlangung der Fachkunde regelmäßig, z. B. mindestens alle fünf Jahre, an von der zuständigen Behörde anerkannten Lehrgängen, in denen Kenntnisse entsprechend der Anlage I.3 vermittelt werden, teilzunehmen.

Quelle: eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

## I.3 Vorschlag zu den Mindestinhalten von Lehrgängen zur Fachkunde

### Vorschlag Mindestinhalte von Lehrgängen zur Fachkunde gemäß § 6 Nr. 1 und § 7 AltholzV

#### Altholzverordnung (AltholzV)

Anwendungsbereich

Begriffsbestimmungen

Anforderungen an die Verwertung

Zuordnung zu Altholzkategorien, Regelvermutung

Kontrolle von Altholz zur stofflichen Verwertung

Kontrolle von Altholz zur energetischen Verwertung

Hinweis- und Kennzeichnungspflicht

Qualitätssicherungsmaßnahmen

#### Dokumentation

Anlieferungsschein für Altholz

Betriebstagebuch

#### Erkennung von Altholzsortimenten

Erkennung der Altholzsortimente (olfaktorisch, optisch, haptisch, Schnellerkennungsverfahren)

**Vorschlag Mindestinhalte von Lehrgängen zur Fachkunde  
gemäß § 6 Nr. 1 und § 7 AltholzV**

Fremd- und Schadstoffe in Altholz

**Probenahme von Altholz**

Probenahme von Material zur stofflichen Verwertung gemäß § 6 AltholzV

Probenahme von Material zur energetischen Verwertung gemäß § 7 AltholzV

Probenahme nach AltholzV, evtl. in Verbindung mit DIN EN 15442 und LAGA PN 98

oder entsprechend: Probenahme gemäß novellierter AltholzV

**Praktischer Teil zur Probenahme**

Probenahme von Material zur stofflichen Verwertung gemäß Anhang IV AltholzV

Probenahme von Material zur energetischen Verwertung gemäß Anhang V AltholzV

Probenahme nach AltholzV, evtl. in Verbindung mit DIN EN 15442 und LAGA PN 98

Praktische Durchführung der Zuordnung von Altholz

Praktische Bestimmung von Anteilen höherer Altholzkategorien für die Kontrolle von Altholz zur energetischen Verwertung

Quelle: eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

## J Vorschlag für ein Probenahmekonzept für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur stofflichen Verwertung

### J.1 Grundsätzliches

Für die Umsetzung einer einheitlichen Qualitätssicherung mit den Parametern und einzuhaltenen Grenzwerten für die stoffliche Verwertung sowie für die regelmäßigen Sortieranalysen für die energetische Verwertung sind detaillierte Vorgaben für die Probenahme, -aufbereitung und -analytik erforderlich. Im Folgenden wird ein Vorschlag für ein entsprechendes Gesamtkonzept dargestellt, welches für die stoffliche und die energetische Verwertung eingesetzt werden kann.

Die regelmäßige Prüfung der Qualität der Holzhackschnitzel zur stofflichen Verwertung findet durch eine **Eigen-** und eine **Fremdüberwachung** statt.

Im Rahmen der Eigenüberwachung sind Chargen von nicht mehr als 500 Mg Holzhackschnitzeln und -spänen zur stofflichen Verwertung regelmäßig aus der laufenden Produktion zu beproben und auf die in der AltholzV genannten Parameter zu untersuchen. Die Qualitätsüberwachung kann durch die Führung eines Qualitätszeichens unterstützt werden.

Darüber hinaus erfolgt vierteljährlich eine Probenahme im Rahmen der Fremdüberwachung durch eine von der zuständigen obersten Landesbehörde oder der nach Landesrecht zuständigen Behörde bekannt gegebenen Stelle.

Sollte eine Abweichung von dem hier festgelegten Probenahmeprozedere erfolgen, ist die Gleichwertigkeit nachzuweisen und das abweichende Probenahmekonzept mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

Die Aufzeichnungen der Eigen- und Fremdüberwachung werden darüber hinaus jährlich von einem EfB- oder Umwelt-Gutachter überprüft. Die Ergebnisse der Eigen- und Fremdüberwachung sowie der jährlichen Überprüfung sind im Betriebstagebuch zu dokumentieren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

### J.2 Probenahme

#### ► Automatische Probenahme

Grundsätzlich ist eine automatisierte Probenahme vorzuziehen, da diese die regelmäßige unabhängige Entnahme von Einzelproben im laufenden Betrieb am besten gewährleisten kann. Bei Installation einer automatisierten Probenahme ist deren Repräsentativität einmalig durch vergleichende Untersuchungen von Korngrößenverteilung und Schüttdichte der automatisch entnommenen Proben mit manuell prozessbegleitend entnommenen Proben nachzuweisen. Wenn bei Installation eines automatischen Probenehmers andere Probenahmeintervalle gewählt werden, ist nachzuweisen, dass das Volumen der Mischprobe den Vorgaben ebenfalls entspricht (vgl. Tabelle J.1).

#### ► Manuelle Probenahme aus der laufenden Produktion

Eine manuelle Probenahme sowie die Probenhomogenisierung und -reduktion ist von Personen durchzuführen, die über die für die Durchführung der Probenahme erforderliche Fachkunde verfügen. Die zu untersuchenden Proben sollen Chargen von jeweils nicht mehr als 500 Tonnen repräsentieren und sind **aus der laufenden Produktion** zu entnehmen. Je Mischprobe sind mindestens 25 Einzelproben verteilt über den gesamten Produktionszeitraum der Charge zu

entnehmen (in Anlehnung an DIN EN 15442), das entspricht einer Einzelprobe alle 20 Mg produziertes Material. Die Größe des Einzelprobenvolumens<sup>296</sup> sowie der Umfang einer Mischprobe werden in Abhängigkeit der Korngröße vorgegeben. Ab einer Korngröße von 150 mm ist für die Herstellung der Laborprobe eine Vorzerkleinerung auf < 80 mm vorzunehmen.

**Tabelle J.1: Vorgaben für die Probenahme im Rahmen der Eigenüberwachung (in Anlehnung an DIN EN 15442<sup>297</sup>)**

| Korngröße          | [mm]    | < 50                    | 50 – 80 | 80 – 100 | 100 – 150 | 150 – 300 | > 300 |
|--------------------|---------|-------------------------|---------|----------|-----------|-----------|-------|
| Ort der Probenahme | [-]     | Materialstrom           |         |          |           |           |       |
| Max. Charge        | [Mg]    | 500                     |         |          |           |           |       |
| Mindestanzahl EP   | [n]     | 25 (alle 20 Mg eine EP) |         |          |           |           |       |
| Mindestvolumen EP  | [Liter] | 10                      | 15      | 20       | 25        | 50        | 100   |
| Umfang MP          | [n EP]  | 25                      |         |          |           |           |       |
| Volumen MP         | [Liter] | 250                     | 375     | 500      | 625       | 1.250     | 2.500 |
| Vorzerkleinerung   | [mm]    | -                       | -       | -        | -         | < 80      | < 80  |
| Volumen Laborprobe | [Liter] | 10                      | 10      | 20       | 20        | 10        | 10    |

EP: Einzelprobe

MP: Mischprobe

n: Anzahl

Quelle: in Anlehnung an DIN EN 15442 (2011)

Sollen andere Chargengrößen beprobt werden, so sind die Mindestanzahl (25) und das Mindestvolumen der Einzelproben entsprechend der Tabelle J.1 anzuwenden. Altholzaufbereitungsanlagen die ≤ 6.000 Mg/a Altholzhackschnitzel zur stofflichen Verwertung produzieren, sollen ihre Chargengröße soweit reduzieren, dass mindestens Monatsmischproben untersucht werden. Wied bei Anlagen mit sehr hohen Durchsätzen eine Abweichung von der 500 Mg-Charge hin zu größeren Chargengrößen festgelegt, so sind die Chargengrößen so zu wählen, dass mindestens 20 Analysen pro Jahr durchgeführt werden und eine maximale Chargengröße von 1.500 Mg nicht überschritten wird.

In Abhängigkeit von der Materialcharge kann das massenbezogene Probenahmeintervall wie folgt berechnet werden:

$$\text{Materialcharge [Mg]} / 25 = \text{massenbezogenes Probenahmeintervall [Mg]}$$

Bei einer 250 Mg-Charge, wie sie bei Anlagen mit geringen Mengen an aufbereiteten Hackschnitzeln zur stofflichen Verwertung erforderlich sein kann, findet die Entnahme einer Einzelprobe somit alle 10 Mg statt, bei einer 100 Mg-Charge ca. alle 4 Mg.

Werden größere Probenchargen beprobt, was im Falle einer zugelassenen Probenstreckung erfolgen kann, so erhöht sich der Durchsatz entsprechend. Bei einer 750 Mg-Charge würde die Entnahme einer Einzelprobe beispielsweise alle 30 Mg stattfinden, bei einer 1.000 Mg-Charge alle 40 Mg.

<sup>296</sup> Für die Ermittlung der Einzelprobenmenge wurden Fallstromgrößen zwischen 10 Mg lutro/h bis 30 Mg lutro/h, sowie Schüttgewichte von 150 kg lutro/m<sup>3</sup> bis 250 kg lutro/m<sup>3</sup> angenommen.

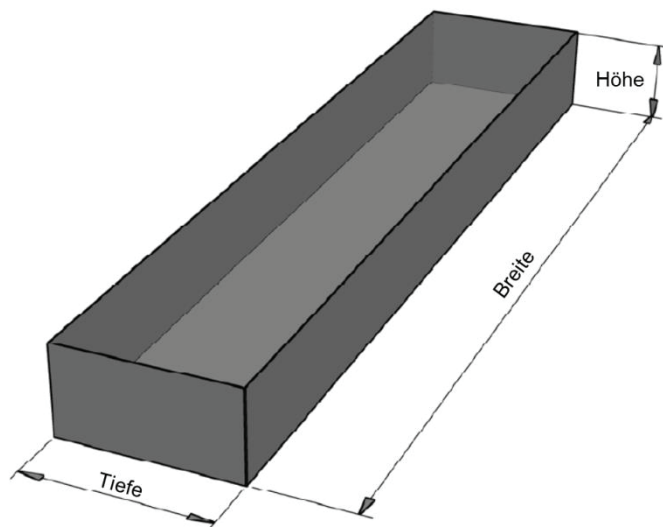
<sup>297</sup> DIN EN 15442 (2011)



Bei der Probenentnahme aus dem Fallstrom, z. B. an einer Bandübergabestelle, ist die komplette Breite des Abwurfbandes zu berücksichtigen. Der Stoffstrom sollte hierbei möglichst kontinuierlich sein.

Sollte eine automatisierte Probenahme nicht möglich sein, ist ein geeignetes Probenahmegefäß (vgl. Abbildung J.1) zu nutzen, mit dem ebenfalls die gesamte Breite des Fallstromes abdeckt und das Einzelprobenvolumen erfasst werden kann. Dies kann z. B. an einem Bandabwurf erfolgen, der als Übergabe von der Aufbereitungsanlage zum Materiallager dient.

**Abbildung J.1: Beispiel für ein geeignetes Probenahmegefäß**



Quelle: eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

Das Volumen des Gefäßes ist abhängig vom notwendigen Einzelprobenvolumen und wurde in Anlehnung an die Vorgaben der DIN EN 15442 abgeleitet (vgl. Tabelle J.2).

**Tabelle J.2: Ausführung des Probenahmegefäßes**

| Ausführung des Probenahmegefäßes |                         |             |           |            |
|----------------------------------|-------------------------|-------------|-----------|------------|
| Korngröße [mm]                   | Einzelprobenvolumen [l] | Breite [cm] | Höhe [cm] | Tiefe [cm] |
| < 50                             | 10                      | 100         | 10        | 15         |
| < 80                             | 15                      | 100         | 10        | 20         |
| < 100                            | 20                      | 100         | 10        | 30         |
| < 150                            | 25                      | 100         | 10        | 35         |
| < 300                            | 50                      | 100         | 15        | 45         |
| > 300                            | 100                     | 100         | 15        | 75         |

Quelle: eigene Ableitungen, FH Münster, IWARU

Für die Probenahme wird z. B. ein Radlader benötigt, an bzw. in dessen Schaufel ein geeignetes Gefäß eingehängt wird, das die gesamte Breite des Fallstroms abdeckt. Hiermit wird das Gefäß

in den Fallstrom gehalten, bis es vollständig gefüllt ist. Anschließend ist überstehendes Material mit einem Kantholz abzustreifen. Die Einzelproben werden in einem ausreichend dimensionierten Behälter zur Erstellung der zugehörigen Mischprobe gesammelt. Diese ist anschließend zu homogenisieren und durch Viertelung auf eine Laborprobe gemäß Tabelle J.1 zu reduzieren.

### ► Probenahme im Rahmen der Fremdüberwachung

Für die Beprobung einer Charge durch eine von der zuständigen obersten Landesbehörde oder der nach Landesrecht zuständigen Behörde bekannt gegebenen Stelle (§ 6 Abs. 6) ist ebenfalls eine prozessbegleitende Probenahme durchzuführen. Hierzu ist ein Zeitintervall von mindestens drei Stunden zu berücksichtigen. Die Entnahme der Einzelproben erfolgt in einem viertelstündlichen Probenahmeintervall. Das zu entnehmende Volumen der Einzelprobe und der Mischprobe ist abhängig von der Korngröße (vgl. Tabelle J.3). Ab einer Korngröße von 150 mm ist für die Herstellung der Laborprobe eine Vorzerkleinerung auf < 80 mm vorzunehmen.

**Tabelle J.3: Vorgaben für die Probenahme aus dem Materialstrom im Rahmen der Fremdüberwachung (in Anlehnung an DIN EN 15442<sup>298</sup>)**

| Korngröße          | [mm] | < 50 | 50 – 80 | 80 – 100 | 100 – 150 | 150 – 300 | > 300 |
|--------------------|------|------|---------|----------|-----------|-----------|-------|
| Volumen EP         | [l]  | 10   | 15      | 20       | 25        | 50        | 100   |
| Anzahl EP          | [n]  | 12   | 12      | 12       | 12        | 12        | 12    |
| Volumen MP         | [l]  | 120  | 180     | 240      | 300       | 600       | 1.200 |
| Vorzerkleinerung   | [mm] | -    | -       | -        | -         | < 80      | < 80  |
| Volumen Laborprobe | [l]  | 10   | 10      | 20       | 20        | 10        | 10    |

Quelle: in Anlehnung an DIN EN 15442, eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

### J.3 Herstellung der Laborprobe

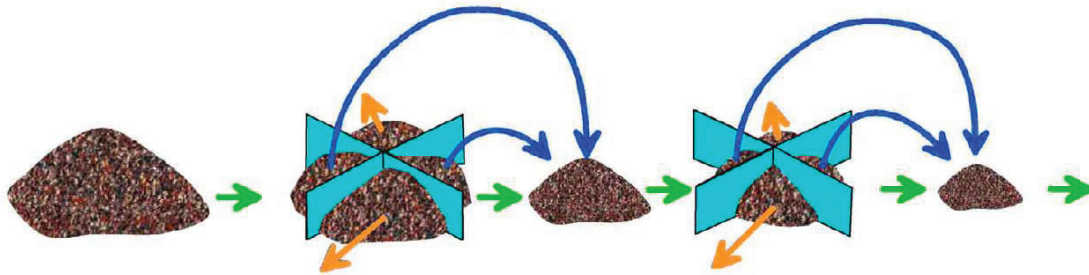
Die Einzelproben werden in einem ausreichend dimensionierten Behälter zur Erstellung der Mischprobe gesammelt. Ab einer Korngröße von 150 mm ist für die Herstellung der Laborprobe eine Vorzerkleinerung auf < 80 mm vorzunehmen. Für die Erstellung der Laborprobe ist die gesamte Mischprobe auf einer geeigneten Arbeitsunterlage zu homogenisieren und zu reduzieren.

Die Homogenisierung und Reduktion der Proben auf das Volumen der Laborprobe kann durch Aufkegeln und Vierteln (vgl. Abbildung J.2) erfolgen.

- Die Homogenisierung der Mischprobe erfolgt über ein Aufkegeln. Hierzu wird
  - die Mischprobe (aus den 25 vermischten Einzelproben) auf einer geeigneten Arbeitsunterlage (z. B. Stahlplatte, Kunststoffplane oder gereinigter fester Boden) zu einem Kegel aufgeschüttet und mit einer Schaufel gründlich durchmischt;
  - dieser Kegel mindestens dreimal zu einem neuen Kegel umgesetzt, bevor er zu einem Kegelstumpf oder flacheren Haufen ausgebreitet wird.
- Durch Vierteln dieses ausgebreiteten Haufens, z. B. mittels Probenkreuz und Verwerfung der jeweils gegenüberliegenden Teilmengen, wird das Material bis zum Erreichen der gewünschten Größe der Laborprobe (zweimal 10 bis 20 Liter) verjüngt. Eine 10- bis 20-Liter-Probe ist für das beauftragte Labor, die andere als Rückstellprobe aufzubewahren.

<sup>298</sup> DIN EN 15442 (2011)

**Abbildung J.2: Grundprinzip der Probenviertelteilung<sup>299</sup>**



Quelle: LANUV (2006)

In Abhängigkeit des Volumens der Mischproben ist das beschriebene Vorgehen somit mehrfach durchzuführen, um die gewünschte Größe der Laborprobe zu erreichen.

Die Labor- und Rückstellprobe werden in saubere, trockene, feuchtigkeitsundurchlässige und weitgehend luftdicht verschließbare Behältnisse (z. B. Eimer mit dicht schließendem Deckel) eingefüllt und verschlossen.

Die Proben sind mit vollständiger Adressangabe (Name, Anschrift) des beauftragten Prüflabors, Bezeichnung des Altholzes und eindeutiger Zuordnung zum Probenahmeprotokoll zu kennzeichnen.

#### J.4 Dokumentation der Probenahme

Die Probenahme ist schriftlich oder elektronisch in einem Probenahmeprotokoll, das mindestens folgende Informationen beinhalten sollte, zu dokumentieren:

- ▶ Probenahmestelle,
- ▶ Bezeichnung der Probe (z. B. Lieferantennamen, Produktionsanlage, ggfs. Probencode),
- ▶ beprobte Charge,
- ▶ Datum und Zeitraum der Zugriffe,
- ▶ Verantwortliche(r) für die Probenahme,
- ▶ Auffälligkeiten, Bemerkungen (Besonderheiten des Materials z. B. Geruch, besondere Vorkommnisse etc.).

Die Labor- und der Rückstellprobe sollte mindestens mit folgende Angaben beschriftet werden:

- ▶ eindeutige Probenbezeichnung (s. o.; für die Rückstellprobe z. B. mit dem Zusatz RST)
- ▶ Datum und Uhrzeit der Probenaufbereitung,
- ▶ Verantwortliche(r) der Probenaufbereitung,
- ▶ Weitere Bemerkungen (z. B. unzerkleinerbare Anteile etc.).

Vorlagen für Probenahmeprotokolle sind der LAGA PN 98, der DIN EN 15442 oder ähnlichen Regelwerken zu entnehmen.

Probentransport und Probenlagerung haben so zu erfolgen, dass eine Beeinflussung der chemischen, physikalischen und biologischen Beschaffenheit des Probenmaterials soweit wie möglich ausgeschlossen wird.

<sup>299</sup> LANUV (2006)

## K Vorgaben für die Analytik

### K.1 Probenvorbereitung

Die für die Analyse aufzubereitende Laborprobe soll lufttrocken sein. Feuchtes Material ist vor der Aufbereitung an einem gut belüfteten Platz oder in einem Labortrockenschrank bei maximal 40 Grad Celsius zu trocknen. Die Laborprobe wird in einer geeigneten Mühle (Kreuzschlag-, Schneid- oder Ultrazentrifugalmühle) gegebenenfalls unter Kühlung mit flüssigem Stickstoff auf eine Korngröße von < 2 mm gemahlen.

Sind in Ausnahmefällen Fremdstoffe enthalten, die den nachfolgenden Zerkleinerungsprozess stören, z. B. Metalle und mineralische Bestandteile, sind diese zu entfernen. Die Entfernung von Störstoffen ist qualitativ und quantitativ im Prüfbericht zu dokumentieren. Bei der Ergebnisberechnung bleiben die Fremdstoffe unberücksichtigt.

Die Laborprobe (10 – 20 Liter) wird zunächst homogenisiert und vorzerkleinert (mindestens < 10 mm). Für die Herstellung der Analysenprobe wird ¼ der vorzerkleinerten Laborprobe bis auf eine Korngröße von < 2 mm zerkleinert.

Sofern Analysenvorschriften Korngrößen von < 1 mm erfordern, halten auch diese die Mindestanforderung ein.

Die Probenzerkleinerung erfolgt mit geeigneten Zerkleinerungsaggregaten, um Kontaminationen zu vermeiden.

### K.2 Durchführung der Untersuchungen

#### I. Doppelbestimmungen

Für jeden Untersuchungsparameter sind die Bestimmungen an mindestens zwei parallelen Analysenproben durchzuführen.

#### II. Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes

Die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes erfolgt nach den in Tabelle K.1 dargestellten Analysemethoden. Die Ergebnisse der Feuchtebestimmung sind in Gewichtsprozent anzugeben.

#### III. Untersuchung der chemischen Parameter

Die chemischen Parameter werden an einer Teilprobe der getrockneten und bis < 2 mm zerkleinerten Analysenprobe bestimmt. Hierbei sind die in Tabelle K.1 dargestellten Analyseverfahren und Mindest-Bestimmungsgrenzen zu berücksichtigen. Die Ergebnisse sind in Milligramm je Kilogramm Trockenmasse anzugeben.

**Tabelle K.1: Analyseverfahren und Mindestbestimmungsgrenzen (angepasst nach LAGA 2018<sup>300</sup>)**

| Teilbereiche/Parameter                   | Grundlage/ Verfahren: AltholzV                                                                                                                                                     | Mindestbestimmungsgrenze [mg/kg TM] |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Probenahme und Probenvorbereitung</b> |                                                                                                                                                                                    |                                     |
| <b>Probenvorbereitung</b>                | Novellierte AltholzV in Verbindung mit DIN 19747 (07.09)                                                                                                                           | -                                   |
| <b>Herstellung der Laborprobe</b>        | Anhang K.1 AltholzV in Verbindung mit<br>DIN EN 15443 (05.11)<br>DIN 51701- 3 (09.06)<br>DIN 19747 (07.09)                                                                         | -                                   |
| <b>Feuchtigkeitsgehalt</b>               | DIN EN 15414-1 (10.10)<br>DIN EN 15414-3 (05.11)                                                                                                                                   | -                                   |
| <b>Schwermetalle</b>                     |                                                                                                                                                                                    |                                     |
| <b>Königswasseraufschluss</b>            | DIN EN 13657 (01.03)                                                                                                                                                               | -                                   |
| Arsen<br>(aus Königswasseraufschluss)    | DIN EN 15411 (11.11)<br>DIN EN ISO 11885 (09.09)<br>DIN ISO 11047 (05.03)<br>DIN EN ISO 22036 (06.09)<br>DIN EN ISO 17294- 2 (01.17)<br>DIN 22022-2 (02.01)<br>DIN 22022-7 (07.14) | 0,8                                 |
| Blei<br>(aus Königswasseraufschluss)     | DIN EN 15411 (11.11)<br>DIN EN ISO 11885 (09.09)<br>DIN ISO 11047 (05.03)<br>DIN EN ISO 17294- 2 (01.17)<br>DIN EN ISO 22036 (06.09)<br>DIN 22022-2 (02.01)<br>DIN 22022-7 (07.14) | 2                                   |
| Cadmium<br>(aus Königswasseraufschluss)  | DIN EN 15411 (11.11)<br>DIN EN ISO 11885 (09.09)<br>DIN ISO 11047 (05.03)<br>DIN EN ISO 17294-2 (01.17)<br>DIN EN ISO 22036 (06.09)<br>DIN 22022-2 (02.01)<br>DIN 22022-7 (07.14)  | 0,2                                 |
| Chrom<br>(aus Königswasseraufschluss)    | DIN EN 15411 (11.11)<br>DIN EN ISO 11885 (09.09)<br>DIN ISO 11047 (05.03)<br>DIN EN ISO 17294-2 (01.17)<br>DIN EN ISO 22036 (06.09)<br>DIN 22022-2 (02.01)<br>DIN 22022-7 (07.14)  | 1                                   |
| Kupfer<br>(aus Königswasseraufschluss)   | DIN EN 15411 (11.11)<br>DIN EN ISO 11885 (09.09)<br>DIN ISO 11047 (05.03)                                                                                                          | 1                                   |

<sup>300</sup> LAGA (2018)

| Teilbereiche/Parameter                                                                                   | Grundlage/ Verfahren: AltholzV                                                                                                                                      | Mindestbestimmungsgrenze [mg/kg TM] |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|                                                                                                          | DIN EN ISO 17294-2 (01.17)<br>DIN EN ISO 22036 (06.09)<br>DIN 22022-2 (02.01)<br>DIN 22022-7 (07.14)                                                                |                                     |
| <i>Quecksilber<br/>(aus Königswasserauflösung)</i>                                                       | <i>DIN EN 15411 (11.11)<br/>DIN EN ISO 17294-2 (01.17)<br/>DIN EN 12846 (08.12)<br/>DIN EN ISO 17852 (04.08)<br/>DIN 22022-7 (07.14)</i>                            | <i>0,07</i>                         |
| <b>Halogene</b>                                                                                          |                                                                                                                                                                     |                                     |
| Chlor                                                                                                    | DIN 51727 (11.11)<br>DIN EN 15408 (05.11) in Verbindung mit<br>DIN EN ISO 10304- 1 (01.09)<br>DIN EN 14582 (12.16) in Verbindung mit<br>DIN EN ISO 10304- 1 (01.09) | 50                                  |
| <b>Organische Parameter</b>                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                     |
| Pentachlorphenol (PCP)                                                                                   | nach Kapitel K.2, Unterkapitel III, Buchstabe c                                                                                                                     | 0,1                                 |
| <i>Polychlorierte Biphenyle (PCB)</i>                                                                    | <i>DIN EN 15308 (12.16)</i>                                                                                                                                         | <i>0,2 je Kongener</i>              |
| <i>Kursiv: wenn diese Parameter zukünftig zu untersuchen sind, dann mit den hier genannten Verfahren</i> |                                                                                                                                                                     |                                     |

Quelle: angepasst nach (LAGA 2018), eigene Darstellung, FH Münster, IWARU

#### a. Bestimmung des Chlorgehaltes

Zur Bestimmung des Chlorgehaltes werden die gemahlenen Altholzproben nach den in Tabelle K.1 genannten Verfahren untersucht.

#### b. Bestimmung der Schwermetallgehalte

Die gemahlenen Altholzproben werden nach DIN EN 13657 2003-1 mit Königswasser aufgeschlossen. Die Messung der Elementkonzentrationen in der Aufschlusslösung erfolgt nach einer der Analyseverfahren aus Tabelle K.1.

#### c. Bestimmung von Pentachlorphenol (PCP)

Die Bestimmung von Pentachlorphenol erfolgt wie folgt:

##### 1. Verfahrensprinzip

Pentachlorphenol und seine Salze werden mit Methanol im Ultraschallbad extrahiert und nach Acetylierung mittels Gaschromatographie mit Elektroneneinfangdetektion (GC-ECD) oder Gaschromatographie mit massenselektivem Detektor (GC-MSD) quantifiziert. Dieses Verfahren ist anwendbar für die Bestimmung von PCP in zerkleinertem Holz im Konzentrationsbereich von 0,1 mg/kg bis 100 mg/kg.



## 2. Geräte

- Ultraschallbad mit Thermostat
- Gaschromatograph mit Elektroneneinfangdetektor und Autosampler

## 3. Chemikalien und Standards

- Methanol zur Rückstandsanalyse
- Cyclohexan und n-Hexan zur Rückstandsanalyse
- Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, wasserfrei, granuliert
- PCP als Standard in methanolischer Lösung
- 2,4,6-Tribromphenol (TBP) in methanolischer Lösung als interner Standard 1 (ISTD 1)
- PCB 52 als Standard in Cyclohexan als interner Standard 2 (ISTD 2)
- Essigsäureanhydrid zur Analyse
- K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung (0,1 mol/l)
- Seesand, gereinigt

## 4. Maßnahmen zur Probenvorbereitung

### 4.1 Reinigung der Geräte

Die Reinigung der Glasgeräte erfolgt durch Waschen mit reinigungsmittelhaltigem Wasser und destilliertem Wasser sowie anschließendes Spülen mit Aceton und n-Hexan.

### 4.2 Herstellung der Kalibrierlösungen

Die Stammlösungen werden durch Einwaage fester Substanzen höchster Reinheit hergestellt und bei -20 Grad C im Dunkeln aufbewahrt.

Konzentrationen der Stammlösungen:

- PCP in Methanol 0,5 mg/ml
- TBP in Methanol 0,5 mg/ml
- PCB 52 in Cyclohexan 0,5 mg/ml.

Aus den Stammlösungen werden durch Verdünnen (1:10) Standardlösungen mit der Konzentration von 0,05 mg/ml hergestellt.

### 4.3 Kalibrierung

Die Kalibrierung erfolgt über das gesamte Verfahren. Dazu werden 20 µl, 50 µl, 100 µl, 200 µl und 500 µl der PCP-Standardlösung jeweils mit 250 µl der TBP-Standardlösung auf 5 g Seesand gegeben und wie nachfolgend für die Durchführung der Analyse beschrieben aufgearbeitet (das heißt, statt Holz wird Seesand verwendet).

Beispiel einer Kalibrierung:

| Kalibrierlösung | PCP<br>[ng/ml] | TBP (ISTD 1)<br>[ng/ml] | PCB 52 (ISTD 2)<br>[ng/ml] |
|-----------------|----------------|-------------------------|----------------------------|
| 1               | 1,0            | 10,0                    | 20,0                       |
| 2               | 2,0            | 10,0                    | 20,0                       |
| 3               | 5,0            | 10,0                    | 20,0                       |
| 4               | 10,0           | 10,0                    | 20,0                       |
| 5               | 20,0           | 10,0                    | 20,0                       |

Quelle: nach Bundesregierung (2002a)

## 5. Probenvorbereitung

### 5.1 Extraktion

Es werden je nach der zu erwartenden Konzentration 1 g, 3 g oder 4 g Holz jeweils in einem Erlenmeyerkolben eingewogen. Auf das Holz werden 250 µl TBP-Lösung (ISTD 1) gegeben. Diese Lösung lässt man 30 Minuten einwirken. Nun wird das Holz mit 50 ml Methanol versetzt und zwei Stunden bei 40 °C einer Ultraschallbehandlung unterworfen. Nach dem Absetzen der Feststoffe wird der Extrakt (circa 25 ml) vorsichtig mit einer Pasteurpipette abgenommen, in ein verschließbares Glasgefäß überführt und für die Weiteraufarbeitung aufbewahrt.

### 5.2 Acetylierung

In einem 150 ml Schütteltrichter werden 30 ml einer 0,1 molaren K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Lösung vorgelegt, mit einem Aliquot des Extraktes (zum Beispiel 1 ml) versetzt und fünf Minuten geschüttelt. Auf die Zugabe von 2 ml Essigsäureanhydrid erfolgt zweiminütiges Schütteln. Dann sind 20 ml Cyclohexan hinzuzufügen und zehn Minuten zu schütteln. Die wässrige Phase wird verworfen; die organische Phase wird über eine mit Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gefüllte Glassäule in einen 25 ml Messkolben filtriert. Nach Zugabe von 10 µl der Lösung des ISTD 2 wird auf 25 ml genau aufgefüllt. Diese Lösung wird für die GC-ECD-Analyse verwendet. Die PCP-Konzentration im Extrakt muss innerhalb des von den Kalibrierlösungen abgedeckten Bereiches liegen.

## 6. Analyse mittels GC-ECD

GC-Bedingungen (Beispiel):

Säule: HP-5 30 m; 0,25 µm; 0,32 mm ID

|                      |                                         |                                  |
|----------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|
| Ofentemperatur:      | 50 °C (1 min)                           | 20 °C/min<br>.....160 °C (0 min) |
|                      |                                         | 8 °C/min<br>.....310 °C (5 min)  |
| Detektor-Temperatur: | 350 °C                                  |                                  |
| Injektor-Temperatur: | 250 °C                                  |                                  |
| Injektionsmodus:     | Split/splitless                         |                                  |
| Trägergas:           | H <sub>2</sub> -Säulenvordruck (35 kPa) |                                  |
| Make up-Gas:         | N <sub>2</sub> (60 ml/min)              |                                  |

Folgende Messungen sind durchzuführen:

- Blindwerte: Geräteblindwert (reines Cyclohexan)
  - Chemikalienblindwert (Durchführung des gesamten Verfahrens ohne Holzprobe)
  - Analyse eines kontaminationsfreien Holzes
- Kalibrierlösungen
- Probenextrakte nach beschriebener Aufarbeitung.

Für die Qualitätssicherung der Analysenergebnisse sollen die Wiederfindungsraten des acetylierten internen Standards 1 (Tribromphenol) ständig gegen die des internen Standards 2 (PCB 52) überprüft werden.

## 7. Auswertung

### 7.1 Prinzip

Zunächst erfolgt die Erstellung einer Kalibriergeraden mit den Standardlösungen (siehe Abschnitt 7.2), nachfolgend schließt sich die Bestimmung des PCP-Gehaltes in einem Probenextrakt mittels dieser Kalibriergeraden an (siehe Abschnitt 7.3).

### 7.2 Kalibrierung über das gesamte Verfahren

Zur Erstellung der Kalibriergeraden wird das Peakflächenverhältnis von acetyliertem PCP-Standard zu acetyliertem TBP gegen das entsprechende Konzentrationsverhältnis gemäß folgender Gleichung aufgetragen:

$$\frac{a_{PCP}}{a_{TBP}} = s \times \frac{C_{PCP}}{C_{TBP}} + b$$

mit:

|           |                                                                            |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------|
| $a_{PCP}$ | gemessene Anzeige des acetylierten PCP-Standards (zum Beispiel Peakfläche) |
| $a_{TBP}$ | gemessene Anzeige des acetylierten TBP-Standards (zum Beispiel Peakfläche) |
| $s$       | Steigung der Kalibriergeraden                                              |
| $C_{PCP}$ | Massenkonzentration des acetylierten PCP in den Kalibrierlösungen in ng/ml |
| $C_{TBP}$ | Massenkonzentration des acetylierten TBP in den Kalibrierlösungen in ng/ml |
| $b$       | Ordinatenabschnitt der Kalibriergeraden                                    |

Berechnung des PCP-Gehaltes:

Der PCP-Gehalt in der Holzprobe kann nach folgender Gleichung aus der Mehrpunktkalibriergeraden ermittelt werden:

$$\text{Gehalt}_{PCP} = \frac{a_{PCP} / a_{TBP} - b}{s \times m} \times C_{TBP} \times f \times V : 1000$$

mit:

|                       |                                                           |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------|
| $\text{Gehalt}_{PCP}$ | Gehalt an PCP in der Probe in mg/kg                       |
| $C_{TBP}$             | Massenkonzentration des TBP in dem Probenextrakt in ng/ml |

|                  |                                                                            |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| m                | Masse des eingesetzten Holzes für die Extraktion in g                      |
| a <sub>PCP</sub> | gemessene Anzeige des acetylierten PCP-Standards (zum Beispiel Peakfläche) |
| a <sub>TBP</sub> | gemessene Anzeige des acetylierten TBP-Standards (zum Beispiel Peakfläche) |
| f                | Verhältnis des gesamten Volumens des Extraktes                             |
| s                | Steigung der Kalibriergeraden                                              |
| v                | das Volumen der Endlösung zur Analyse in ml (zum Beispiel 25 ml)           |
| c <sub>PCP</sub> | Massenkonzentration des acetylierten PCP in den Kalibrierlösungen in ng/ml |
| c <sub>TBP</sub> | Massenkonzentration des acetylierten TBP in den Kalibrierlösungen in ng/ml |
| b                | Ordinatenabschnitt der Kalibriergeraden                                    |

### 7.3 Angabe der Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in Milligramm je Kilogramm Trockenmasse anzugeben.

#### d. Bestimmung von Polychlorierten Biphenylen (PCB)

Die Bestimmung der Polychlorierten Biphenyle erfolgt als PCB-Kongenere nach Ballschmiter (Nr. 28, 52, 101, 138, 153, 180) und nach DIN EN 15308 (12.16).

Der Gesamtgehalt an PCB ergibt sich aus der Summe des für jedes der PCB-Kongenere ermittelten Massenanteils, bezogen auf die Trockenmasse der Altholzprobe, multipliziert mit dem Faktor fünf und auf 0,1 mg/kg gerundet.

### K.3 Andere Methoden

Die zuständige Behörde kann andere Methoden zulassen, wenn deren Gleichwertigkeit nachgewiesen ist.

### K.4 Angabe und Berechnung der Ergebnisse

Die Ergebnisse sind als arithmetischer Mittelwert anzugeben. Die Mittelwertbildung aus den Einzelwerten der Doppelbestimmung ist nur zulässig, wenn die Differenz der beiden Einzelwerte die methodenübliche Wiederholbarkeit nach DIN ISO 5725, Teil 1 (Ausgabe November 1997) nicht überschreitet. Im Falle einer derartigen Überschreitung sind eine Überprüfung auf mögliche Ursachen der überhöhten Differenz und eine dritte Messung erforderlich. Sofern die Überprüfung der überhöhten Differenz keine eindeutige Ursache erbracht hat, ist für die Prüfung der Einhaltung der in Anhang II genannten Grenzwerte der mittlere der drei der Größe nach geordneten Einzelwerte (Median) heranzuziehen.

### K.5 Qualitätssicherung und –kontrolle

Die Untersuchungsstellen sind verpflichtet, die Analysenergebnisse durch geeignete Maßnahmen zur internen und externen Qualitätssicherung nach DIN EN ISO/IEC 17025 (Ausgabe März 2018) abzusichern. Dazu gehören unter anderem die Führung von Qualitätsregelkarten, der Einsatz von Referenzmaterialien und die erfolgreiche Teilnahme an Ringversuchen.

## K.6 Anforderungen an die Labore / Definition sachverständiger Stellen

Die Anforderungen an die Labore an die erforderliche Fachkunde, gerätetechnische Ausstattung, Zuverlässigkeit und die laborinternen wiederkehrenden Qualitätssicherungsmaßnahmen werden nach LAGA-Fachmodul Abfall zur Verwaltungsvereinbarung der Länder über den Kompetenznachweis und die Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen im gesetzlich geregelten Umweltbereich<sup>301</sup> festgelegt. Untersuchungsstellen sollen die Einhaltung der dort dargestellten Aspekte nachweisen. Dabei sind die nachfolgenden Teile zu berücksichtigen:

- Teil I: Zulassung von Untersuchungsstellen
- Teil II: Anforderungen zur Ermittlung und regelmäßigen Kontrolle der fachlichen Kompetenz von Untersuchungsstellen (Mess- und Prüfstellen)
- Teil III: Untersuchungsbereich 6 – Anforderungen für Altholz

Die Labore können ihre Eignung z. B. durch eine Notifizierung als Labor / Prüfstelle nach dem LAGA-Fachmodul Abfall nachweisen. Diese erfolgt durch die jeweils zuständige Landesbehörde und gilt dann bundesweit. Sie soll auf eine Dauer von maximal fünf Jahren befristet werden, um sicherzustellen, dass die Voraussetzungen für eine Notifizierung weiterhin erfüllt sind. Anschließend erfolgt die Aufnahme in das Recherchesystem „ReSyMeSa“.

---

<sup>301301</sup> LAGA (2018)

## L CO<sub>2</sub>-Kennzahlen aktueller Studien zur Altholzverwertung

| Betrachtetes Szenario | Spezifische CO <sub>2</sub> -Kennzahl<br>[Mg CO <sub>2</sub> -äq/Mg] | Bemerkung | Literaturquelle |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------|
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------|

### Kennzahlen für die stoffliche Verwertung

|                                                       |                        |                                                                              |                                     |
|-------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Ersatz von Rohholz durch Altholz (stoffl. Verwertung) | - 0,151 bis<br>- 0,428 | 1-facher Kreislauf bis<br>17-facher Kreislauf nach<br>stofflicher Verwertung | Kim, M. H.;<br>Song H. B.<br>(2018) |
|-------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|

### Kennzahlen für stoffliche und energetische Verwertung von Altholz

|                                                                                                                                    |                                                     |                                                                                         |                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Ersatz von Rohholz durch Altholz (stoffl. Verwertung) und anschließende energetische Verwertung (Strommix D bzw. Wärme aus Erdgas) | -0,400<br>(ohne Kaskade)<br>-0,428<br>(mit Kaskade) | vollständige energetische<br>Verwertung des Materials                                   | Höglmeier, K.<br>(2015)           |
| Einsparung gesamt durch Einsatz von Altholz in der stoffl. und energetischen Verwertung                                            | -0,770                                              | Daten für 2006                                                                          | Gallenkemper,<br>B. et al. (2008) |
| Genereller Einsatz von Altholz in der stoffl. und energetischen Verwertung (jeweils Substitution von Rohholz)                      | -1.145                                              | Prognose für 2020, Gesamteinsparung bei Einsatz von Altholz, Verwertungsweg unerheblich | Dehoust, G. et<br>al. (2010)      |

### Kennzahlen für die energetische Verwertung

|                                                                                  |        |                                                           |                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Ersatz fossiler Brennstoffmix D durch Altholz                                    | -0,601 | Angaben für 2018, Aufwendung für Altholz mit 0 angenommen | LfU (2019)                           |
| Ersatz von fossilem Energiemix D durch Altholz (energetische Verwertung)         | -0,670 |                                                           | Rüter, S.; Diederichs, S.<br>(2012)  |
| Ersatz von fossilem Energiemix D durch Holz (energetische Verwertung)            | -0,439 |                                                           | Knauf, M.;<br>Frühwald, A.<br>(2013) |
| Ersatz fossiler Brennstoffmix durch feste Biomasse                               | -0,654 | Angaben für 2018                                          | Schüler, K.<br>(2018)                |
| Ersatz fossiler Brennstoffmix (Südkorea) durch Altholz (energetische Verwertung) | -0,154 | Werte für BHKW-Prozess einer Anlage in Südkorea           | Kim, M. H.;<br>Song H. B.<br>(2018)  |

### Weitere Literaturangaben

|                                                                                                               |  |                            |                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------|------------------------------|
| Ersatz von Rohholz durch Altholz (stoffl. Verwertung) und von Altholz durch Rohholz (energetische Verwertung) |  | Verwertungsweg unerheblich | Gärtner, S. et<br>al. (2013) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------|------------------------------|

Quelle: eigene Darstellung, FH Münster, IWARU