Johannes Kepler Universität Linz
Institut für Betriebliche und Regionale Umweltwirtschaft

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades eines
„Magisters der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften"
im Diplomstudium Wirtschaftswissenschaften

Baurestmassen im Wohnbau OÖ: Mengen sowie Entsorgungs- und Verwertungskapazitäten heute und morgen

-

(Construction and Demolition Waste in Residential Building in Upper Austria: Masses and Capacities of Disposal- and Recycling Facilities Today and Tomorrow)

Betreuer: Dr. Heinz K. Prammer
Mitbetreuerin: Dr. Maria Traum

eingereicht von: **Angelo Huber**

Anschrift: Weissenwolffstraße 27, 4020 Linz
Matrikelnummer: 0157106,
SKZ: 180

Linz, im November 2007

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die Diplomarbeit mit dem Titel in Deutsch: *„Baurestmassen im Wohnbau OÖ: Mengen sowie Entsorgungs- und Verwertungskapazitäten heute und morgen“,* - in Englisch: *“(Construction and Demolition Waste in Residential Building in Upper Austria: Masses and Capacities of Disposal- and Recycling Facilities Today and Tomorrow)“* selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und alle den benutzten Quellen wörtlich oder sinngemäß entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Linz, am 30.11.2007

Angelo Huber

Acknowledgement

(Danksagung**)**

First and foremost I would like to thank my parents, who accompanied and supported me during my whole study and also encouraged my efforts to deal with this paper.

Furthermore I give profuse thanks to Eng. Martina Kreisel and Graduate Eng. Franz Haidinger from the department of "Umwelt- & Anlagentechnik" of the local government of Upper Austria. This topic was provided by them and they supported me from initial discussion to writing. Next I would like to thank Mrs. Maria Gazvini, working in the same department and Mrs. Sandra Zsigo from the department of environmental law of the local government of Upper Austria, who both helped me a lot at the very end of this paper. Regarding the statistical information I had to collect for my work, I also would like to thank Mrs. Mahidi Margareta and Mr. Wilhelm Janik from the Austrian Central Statistical Office in Vienna as well as Mrs. Michaela Ritzberger from the statistical department of the local government of Upper Austria.

Moreover I give profuse thank to Graduate Eng. Theresia Vogel-Lahner from the Austrian "Forschungsförderungsgesellschaft" in Vienna, being co author of the prior study "Güterbilanz der Bauwirtschaft: Baurestmassen in Oberösterreich – BRIO 1996" which I have attempted to improve and giving me also personal assistance and feedback during the working process.

Of course, last but not least, special thanks go out to my Supervisors at the University of Linz:

- My teacher and Supervisor Dr. Heinz K. Prammer from the department of Operational and local Environmental Economics ("BRUW"), who gave me valuable help and support at all steps of my work.
- My English teacher Dr. Maria Traum, who also supported me during the entire work and helped me as an English native speaker in finding a smooth and equally professional language for several technical expressions.

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort ... 1
2. Ausgangslage und Zielsetzung ... 5
3. Systembeschreibung ... 9
3.1. Terminus Baurestmasse (und relevante Gesetzesquellen) ... 9
3.2. Räumliche und zeitliche Abgrenzung ... 14
3.3. Systembeschreibung – Baurestmassen aus der OÖ Bauwirtschaft mit Fokus auf den OÖ Wohnbau ... 17
3.3.1. 'Der Wohnbausektor innerhalb des gesamten OÖ Bauwesens ... 20
3.3.2. System (2): Abfallwirtschaft: Entsorgungs- und Recyclingströme von BRM ... 24
4. Vorgangsweise bei der Erstellung der Güterbilanz im Wohnbau und dessen Hochrechnung für das gesamte Bauwesen in OÖ ... 31
4.1. ÖNORM S 2096 zur Anwendung einer Stoff/Materialflussanalyse (MFA) in der Abfallwirtschaft ... 32
4.2. Einheiten ... 35
4.3. Erhebungsmethoden und Datenursprung ... 36
4.4. Methodik zur Berechnung des Materialflusses im Wohnbau ... 41
4.4.1. Methodik zur Berechnung des Inputs im Wohnbau ... 42
4.4.2. Methodik zur Berechnung des Lagers im Wohnbau ... 47
4.4.3. Methodik zur Berechnung des Outputs im Wohnbau ... 53
4.5. Methode zur Hochrechnung der Ergebnisse aus dem Wohnbau auf den Materialfluss in der gesamten OÖ Bauwirtschaft ... 59
4.5.1. Sonstiger Hochbau ... 60
4.5.2. Tiefbau ... 64
5. Güterbilanz im OÖ Wohnbau ... 68
5.1. Input in den Wohnbausektor ... 69
5.1.1. Input für den Neubau ... 70
5.1.2. Input für Adaptierungen ... 71
5.1.3. Input für den gesamten Wohnbau ... 72
5.2. Lager im Wohnbausektor ... 73
5.3. Output aus dem Wohnbausektor ... 78
5.3.1. Baurestmassen in folge von Neubauten ... 79
5.3.2. Baurestmassen in folge von Adaptierungen ... 81
5.3.3. Baurestmassen infolge von Abbrüchen (und kontrollierten Rückbauten) 82
5.3.4. Baurestmassen aus dem gesamten Wohnbau und ein Vergleich der Ergebnisse mit der Vorstudie BRIO (1996) hinsichtlich der unterschiedlichen Ergebnisse für Bodenaushub ... 83
5.4. Gesamtergebnisse der Materialflussanalyse im OÖ Wohnbau ... 86
6. Hochrechnung der BRM im Wohnbau auf den gesamten Hoch- & Tiefbau in OÖ ... 92
6.1. Der Materialfluss in der gesamten Bauwirtschaft OÖ ... 92
6.1.1. Input in das OÖ Bauwesen ... 94
6.1.2. Lager im OÖ Bauwesen ... 96
6.1.3. Output aus dem OÖ Bauwesen ... 98
6.1.3.1. Outputmengen aus dem OÖ Bauwesen ... 98
6.1.3.2. Mögliche Schadstoffe in Baurestmassen ... 100

6.2. Gegenüberstellung des berechneten Anfalls an BRM im OÖ Bauwesen mit dessen, in der OÖ Abfallwirtschaft, registrierten Verwertungs- und Entsorgungsmengen 102
6.2.1. Visualisierung des gesamten Materialflusses 103
6.2.2. Verbleib der in Oberösterreich anfallenden Baurestmassen 108
7. Schlussfolgerung anhand gegenwärtiger und zukünftiger Entsorgungs- und Verwertungskapazitäten 126
7.1. Derzeitige Anlagenauslastung und Restkapazitäten für die Bewirtschaftung von Baurestmassen.....126
7.1.1. Deponiekapazitäten 126
7.1.2. Anlagenkapazitäten 130
7.2. Zukünftige Anforderungen an eine nachhaltige Behandlung von Baurestmassen 134
7.2.1. Geschätztes zukünftiges Baurestmassenaufkommen 134
7.2.2. Nachhaltige Bewirtschaftung von Baurestmassen.....137
8. Zusammenfassung (in Deutsch) 144
9. Zusammenfassung (in Englisch) 151
10. Quellenverzeichnis 157

Anhang 1
A.0. Glossar – Übersetzung der wichtigsten Begriffe und Definitionen in der Bauwirtschaft 1
A.1. Registrierte Abfallströme aus dem Bauwesen in Oberösterreich 2005 – Quelle Land OÖ, Abt. Umwelt- & Anlagentechnik 3
A.2. Gesamtmenge registrierter Abfälle in Oberösterreich 2005 4
A.3. Lücke zwischen registrierten und berechneten - Berechnungen anhand der Studien BRIO 96' und BRIO-R 99' - BRM in OÖ 2005 6
A.4. Anteil des OÖ Wohnbaus am gesamten Hoch- und Tiefbau in OÖ 2005..... 9
Baurestmassennachweisformulare für nicht gefährliche Abfälle der Wirtschaftskammer Österreich 10
A.6. Gegenüberstellung des Gebäudebestandes anhand der nationalen Gebäude- und Wohnungszählung (GWZ) 2001, 1991 und 1981 für Oberösterreich..... 12
A.7. Berechnungen zur Ermittlung des Materialflusses im OÖ Bauwesen 19
A.7.1. Berechnung des Wohnbausektors 19
A.7.2. Hochrechnung auf den gesamten Hoch- und Tiefbau in OÖ 25
A.8. Hochrechnung des potentiellen jährlichen Abbruchvolumens für die Stadtgemeinde Linz basierend auf einer Auswertung von Abbruchanzeigen und Abbruchbewilligungen, welche der Umweltrechtsabteilung für das Kalender Jahr 2006 übermittelt wurden 28

Table of Contents

1. Foreword 1
2. Starting Position and Goal Setting 5
3. Description of the System 9
3.1. Definition of the term Construction and Demolition Waste and legal framework . 9
3.2. Regional and temporal delimitation 14
3.3. System definition – construction and cuilding industry in Upper Austria with a main focus on residential building 17
3.3.1. 'Residential Building Sector' within the main system 'Construction and Building Industry in U.A. 20
3.3.2. System (2): Waste management - *Waste and Recycling Streams of CDW* 24
4. Technique and approach to calculating the material flow in the residential building sector and for its projection for the overall building industry in Upper Austria 31
4.1. Austrian Norm S 2096 for using a Material Flow Analysis in the Waste Management 32
4.2. Units 35
4.3. Survey of underlying data 36
4.4. Method of calculating the material flow in the residential building sector 41
4.4.1. Method of calculating the Input 42
4.4.2. Method of calculating the Stock 47
4.4.3. Method of calculating the Output 53
4.5. Method of projecting the results of residential building for the material flow in the entire building industry of Upper Austria 59
4.5.1. Remaining Building Engineering 60
4.5.2. Civil Engineering 64
5. Material flow analysis in the residential building sector in Upper Austria 68
5.1. Input in the residential building sector 69
5.1.1. Input for new construction 70
5.1.2. Input for adaptations 71
5.1.3. Input for entire residential building 72
5.2. Stock in the residential building sector 73
5.3. Output of the residential building sector 78
5.3.1. Construction and demolition waste by new construction 79
5.3.2. Construction and demolition waste by reconstruction and adjustments .. 81
5.3.3. Construction and demolition waste by demolition (and renaturation) 82
5.3.4. Construction and demolition waste of the entire residential building sector and a comparison with results of the prior study BRIO (1996) regarding the different results for spoil 83
5.4. Overall results of the material flow analysis in residential building in Upper Austria 86
6. Projection for the overall accrual of construction and demolition waste in Upper Austria 92
6.1. The material flow in the entire construction and building industry of Upper Austria 92
6.1.1. Input in the construction an building industry of Upper Austria 94
6.1.2. Stock in the Upper Austrian construction an building industry 96

6.1.3. Output of the Upper Austrian construction and building industry 98
6.1.3.1. Output quantities of the Upper Austrian construction and building industry 98
6.1.3.2. Possible harmful substances in construction and demolition waste .100
6.2. Comparison of the calculated quantity of arising construction and demolition waste in Upper Austria with its registered recycling- and deposition masses by the local system of Waste Management 102
6.2.1. Visualization of the entire material flow 103
6.2.2. Stay of the arising construction and demolition waste in Upper Austria .108
7. Conclusion according to current and future disposal- and recycling facilities 126
7.1. Current average utilization and remaining capacity of plants and landfills for construction and demolition waste 126
7.1.1. Capacity of landfills 126
7.1.2. Capacity of treatment plants 130
7.2. Future demands for a sustainable treatment of construction and demolition waste 134
7.2.1. Estimated future quantities of construction and demolition waste 134
7.2.2. Sustainable treatment of construction and demolition waste 137
8. Summary (in German) 144
9. Summary (in English) 151
10. Bibliography 157

Appendix 1
A.0. Glossary – Translation of essential definitions in the construction and building industry 1
A.1. Registered waste streams from construction and building industry in Upper Austria (2005') 3
A.2. Overall registered waste masses in Upper Austria (2005') 4
A.3. Gap between registered and calculated waste construction and demolition waste in Upper Austria (2005') 6
A.4. Share of residential building in entire building and civil engineering (in Upper Austria 2005) 9
A.5. Reporting Formula of the Austrian Economic Chamber for quantity, stay and origin of all kinds of non hazard construction and demolition waste 10
A.6. Comparison of the building stock based on the federal accounting of 2001, 1991 and 1981 in Upper Austria 12
A.7. Calculations for determining the material flow in the Upper Austrian construction and building industry 19
A.7.1. Calculation of the residential building sector 19
A.7.2. Projection for the entire building- and civil engineering in Upper Austria 25
A.8. Projection of the potential annual demolition waste masses for Upper Austrian's provincial capital Linz, based on a survey of demolition records, having been collected by the provincial government during 2006 28

Table of Figures

(Abbildungsverzeichnis**)**

Figure 1: Registered waste masses collected by landfills and treatment plants in Upper Austria in the year 2005 6
Figure 2: System identification: Residential Building Sector of Upper Austria 21
Figure 3: Wohnbausektor in Oberösterreich 21
Figure 4: System identification: Entire Construction and building industry of Upper Austria 25
Figure 5: Systemabgrenzung: Gesamtes Bauwesen in Oberösterreich 26
Figure 6: Methode zur Berechnung der Materialflussanalyse 34
Figure 7: Gebäudebestand Ein-, Zwei-, Mehrfamilienhäuser in Bayern und OÖ 50
Figure 8: Verteilung der Inputmengen im OÖ Wohnbau auf die einzelnen Materialien 73
Figure 9: Zusammensetzung des Lagers im OÖ Wohnbau gegliedert nach den einzelnen Materialien 75
Figure 10: Zusammensetzung des Lagers im OÖ Wohnbau gegliedert nach Materialien und Epochen (bis 2001`) 76
Figure 11: Verteilung des Outputs im OÖ Wohnbau gegliedert nach den einzelnen Fraktionen 84
Figure 12: Materialfluss (In- und Outputströme) im OÖ Wohnbau 2002 88
Figure 13: Lager- und Lageränderung im OÖ Wohnbau gegliedert nach den einzelnen Baumaterialien 90
Figure 14: Verteilung der Inputmengen im OÖ Bauwesen auf die einzelnen Materialien 95
Figure 15: Zusammensetzung des Lagers im OÖ Bauwesen gegliedert nach den einzelnen Materialien 97
Figure 16: Verteilung des Outputs im OÖ Bauwesen gegliedert nach den einzelnen Fraktionen 99
Figure 17: Materialfluss (In- und Outputströme) im gesamten OÖ Bauwesen 105
Figure 18: Lager- und Lageränderung im OÖ Bauwesen gegliedert nach den einzelnen Baumaterialien 107
Figure 19: Outputströme aus dem OÖ Bauwesen (Entsorgungs- und Verwertungsflüsse aus dem Bauwesen in die OÖ Abfallwirtschaft) 111
Figure 20: Aufbereitungsprozess für Baurestmassen (inkl. Baustellenabfälle) – entnommen aus „Vermeidung von Baustoffströmen“ (2004) S. 72 120
Figure 21: Gütezeichen für Recyclingbaustoffe des Österreichischen Baustoffrecyclingverbandes 140

List of Tables

(Tabellenverzeichnis**)**

Table 1: Overview of waste groups arising in the building and construction industry 11
Table 2: Legal framework for the treatment of construction and demolition waste in Austria 14
Table 3: General facts about the province of Upper Austria 15
Table 4: Structuring of residential building, Upper Austrian's entire building industry, its main subsystems and processes 19
Table5: Definitions according to the Austrian Norm S 2096 on material flow analysis 34
Table 6: BKI- Objekte entnommen aus „Baustoffströme in Bayern" – Anhang B3.... 43
Table 7: Fertigstellungen im Wohnbau OÖ 2002..... 44
Table 8: Gebäudebestand nach GWZ 2001 mit Untergliederung nach (Wohn-)Gebäudeklasse und Bauperiode 47
Table 9: Gebäudebestand nach GWZ 2001 49
Table 10: „Verbaute Mengen an Baustoffen in Bayern im Zeitraum von 1900 bis 2003" – entnommen aus „Baustoffströme in Bayern" – Anhang B5..... 51
Table11: Vergleich Bauperioden nach Klassifizierung in „Baustoffströme in Bayern" und ÖSTAT..... 52
Table12: „Auswertung der BKI- Bauobjekte der Baujahre 1978-1999" bezüglich des beim Neubau zu erwartenden BRM- Aufkommens, entnommen aus „Baustoffströme in Bayern"– Anhang B7 53
Table13: Baurestmassenanfall aus Abbrüchen vs. Baurestmassenanfall aus Adaptierungen 54
Table14: Anteil je Baurestmassenfraktion für Adaptierungen von Abbrüchen..... 55
Table15: Bestandsveränderung GWZ 2001 (nicht bereinigt) und GWZ 1991..... 57
Table16: Bestandsveränderung GWZ 2001 (bereinigt) und GWZ 1991 nach Datenkorrektur gemeinsam mit Abt. Statistik vom Land OÖ..... 59
Table17: Auswertung der vom Land OÖ erfassten BRM- Nachweise für 2006 erteilte Abbruchgenehmigungen..... 64
Table 18: Inputmengen in den OÖ Wohnbau gegliedert nach Bausparten 70
Table 19: Lager im OÖ Wohnbau..... 74
Table 20: Outputmengen aus dem OÖ Wohnbau gegliedert nach Bausparten..... 79
Table 21: Vergleich Ergebnisse Bodenaushub mit anderen Studien..... 86
Table 22: „Trennfraktionen auf der Baustelle" – entnommen aus Infoblatt 7.1 Baustellenabfälle der Steiermärkischen Landesregierung (2001) 118
Table 23: Sonstige Entsorgungs- und Verwertungswege von Baurestmassen 123
Table 24: Bodenaushubdeponien in Oberösterreich 127
Table 25: Baurestmassendeponien in Oberösterreich.....128
Table 26: Aufbereitungs- und Sortieranlagen für Baurestmassen in Oberösterreich 133
Table 27:Zukünftiger BRM- Anfall in OÖ im Jahr 2051.....136
Table 28: Einsatzbereiche von Recyclingbaustoffen in Abhängigkeit ihrer Umweltverträglichkeit (in Anlehnung an „Richtlinie für Recycling- Baustoffe".....139

1. Foreword

(1. Vorwort**)**

For Austrian waste management the high quantities of annually increasing construction and demolition waste carry great weight. With respect to the national amount of waste, the largest part arises from building engineering, being responsible for 28 million tons (= 52% including spoil and excavation material)[1] of the overall annual waste masses.[2] This nationwide sum does not include timber from construction and demolition activities[3] and is only a rough estimate based on average values of prior studies, involving high bandwidths.[4] Despite very complex studies already, an exact amount of construction and demolition waste does not exist for Upper Austria. The waste report of Upper Austria 2005 shows, that with 4.2 million out of 5.4 million tons, the highest amount of waste arises resulting from building engineering in Upper Austria. However, these 4.2 million tons do not include those in Upper Austria arising construction and demolition waste masses (C.D.W.), which have not been covered by disposal sites and treatment plants for C.D.W. As consequence, to avoid confusion, it has to be annotated that a big part of the overall construction and demolition waste in Upper Austria (2.1 million tons or nearly 50% of all waste masses being produced on the part of building- and civil engineering)[5], is elusive and not included here.

---

[1] Comp. *BGBl. II Nr. 2004//49*: According to the latest amendment of the law on rehabilitation of inherited waste (ALSAG) it has to be distinguished between **excavation material** and **spoil**. Before the amendment in 2006, excavated material („Erdaushub“), which may contain ≤ 50% of non-original ingredients (like non contaminated construction and demolition waste) and spoil („Bodenaushub“), which may contain at most only 5% of non-original ingredients were not distinguished. Regarding excavation material of lower quality (being suitable for a deposition on mass waste as well as on C.D.W. landfills) organic ingredients like timber, paper, plastic and metal may account for 10% at most.

[2] *BMLFUW (Hrsg.)*: Bundesabfallwirtschaftsplan 2006, p. 15/16.

[3] *Ibidem.*

[4] *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: All Austrian studies in this field, „Bauwerk Österreich“, the Upper Austrian studies „BRIO“ and “BRIO-R”, as well as the study on construction and demolition waste for Styria “BRIST” show in its calculations large bandwidths. As a consequence more detailed figures about the quantity of construction and demolition waste are so far neither for Austria nor for Upper Austria available.

[5] Comp. *Appendix*, p.3: [The difference between masses of construction and demolition waste (including spoil) calculated on the basis of the results of prior studies, BRIO-96’ & BRIO-R 99’ respectively) and construction and demolition waste masses registered at disposal sites and treatment plants (collected by the local government of Upper Austria)].

Looking at the currently arising construction and demolition waste, the first and foremost risk for man and nature arises from waste from contaminated building debris including material containing asbestos[6], being not treated in a suitable way. If really 50% of all construction and demolition waste is not covered by proper disposal sites and treatment plants, the potential risk for the environment is huge. The amount of inherited waste (e.g.: waste and the potential risk arising from old already closed factory plants and its contaminated areas) together with the high amount of such suspected areas in Upper Austria[7] testify this contemporary problem.

According to the results of prior studies on the entire building- and construction industry in Austria from 1996 and 1999[8], it is the residential building sector, where most nutrients and building materials are utilized and due to the long sojourn time of building materials (average useful life of a building ≥ 75 years)[9] with a big time lag, the largest part of construction and demolition waste arises.[10]

To improve this quite incomplete database about construction and demolition waste, it is not enough to focus only the waste management, landfills and treatment plants respectively. To achieve a gapless data collection the whole material flow has to be taken into account and material and waste streams have to be aggregated. Therefore the construction industry where building materials are utilized and bonded in form of

---

[6] Comp. *BGBl. II Nr. 2003/570*: Especially those contaminated building debris, arising from buildings which have been constructed before
the commencements of the decree on asbestos are very difficult to deposit correctly. Moreover since 1.1.2007
cement including asbestos as well as the dust of it are considered to be dangerous waste. Thus, for the treatment of these fractions special instructions and regulations have to be considered.

[7] Comp. *Siller, R., Valtl, M., Weihs, S.*: Verdachtsflächenkataster und Altlastenatlas (2007): Among 2100 of such suspected areas nationwide (January 2007) nearly the half (956 areas) are situated in Upper Austria.

[8] *Glenck, E., Lahner, T.V. et al,* 1996: BRIO, 1999: BRIO-R.

[9] *Glenck, E., Lahner, T.V. et al,* BRIZU…, p. 5/6: The average useful life of buildings depends on their building cycle: According to the prior study BRIZU (Construction and demolition waste in the future), buildings between 1945 and 1981 have with ~75 years the shortest average life cycle, whereas buildings after 1982 have an average life cycle of at least 100 years. This fact also explains the declining growth rate among new buildings within the last years.

[10] Comp. *Appendix*, p. 6: [39.11% of construction and demolition waste including spoil (48.22% without spoil!) from residential building out of 100 % from overall building and civil engineering in Upper Austria]. – As the results of this work's material flow analysis will show, residential building indeed counts for the biggest part of the overall arising construction and demolition waste, although it's share without spoil from overall building and civil engineering in Upper Austria is only 46%, but including spoil 44% (see chapter 6.1. p. 98).

the existing buildings has to be connected with waste management, where construction and demolition waste are deposited or recycled.

Consequently a material flow analysis for the residential building sector in Upper Austria constitutes the basis for this study. As this paper aim is to improve the calculations of prior studies, a brief review on prior results and its shortcomings will in a first step illustrate starting position and goal setting of this work (chapter 2). Chapter 3 puts a deeper focus on the study area by defining the system and describing the main fractions of construction and demolition waste, as well as the legal, temporal and local framework. Chapter 4 describes the technique of calculating the material flow in Upper Austrian residential building by investigating units, the survey of underlying data and the calculation method itself. After this preparatory work, input, stock and output in the residential building sector will be calculated and its results illustrated by a simplified material flow diagram (chapter 5).

In the next and simultaneously last part of the material flow analysis the calculated values of the residential building sector will be projected and estimated for remaining building and civil engineering and illustrated by a material flow diagram, so that the calculated amount of construction and demolition waste arising from the overall building industry can be compared with the registered masses of disposal sites and treatment plants for construction and demolition waste in Upper Austria. Moreover also possible harmful substances of mainly contaminated construction- and demolition waste will be addressed briefly (chapter 6). Finally chapter 7 discusses the consequences for current and future disposal and recycling facilities, by comparing current and future building materials and construction & demolition waste streams with current, quantitative and qualitative capacities of landfills and recycling plants. In this context also integrated, sustainable strategies for treating with construction and demolition waste will be regarded.

The first three chapters are written in English, whereas the main part (chapter 4 to chapter 7) due to the use of specific terms in the Austrian waste management, have been written in German. However, the summary is bilingual, whereby chapter 8 represents the German version and chapter 9 the English one. Nevertheless, all titles and subtitles, the table of contents, table of figures and list of tables are in English,

too. In addition the Appendix (A.0) also includes a brief English/German dictionary for the most important technical terms.

2. Starting Position and Goal Setting

(2. Ausgangslage und Zielsetzung**)**

For years a current and exact database of all concerned waste streams and its different fractions builds a basic prerequisite for a sound treatment of municipal waste. However, such a database of all related waste streams, taking into account beside quantity also origin and stay of each waste fraction, is also a must for the building and construction industry if a sustainable waste management shall be achieved. Depending on the accuracy of such a calculated database about the annual waste streams, the planning of future capacities of proper recycling- & treatment plants and necessary landfills[11] will be more or less successful.

As illustrated by the following chart showing the registered amount of waste in Upper Austria collected by disposal sites, recycling- and treatment plants in the year 2005, waste arising from the building and construction area (construction and demolition waste including spoil) makes up more than three quarters of the overall annual waste masses. Even without spoil (~ excavation material)[12], which accounts for more than 50% for the biggest fraction, construction and demolition waste (all waste streams arising in the field of building and construction industry, but exclusive spoil, highlighted in blue) build an essential part of the overall annually generated waste.

[11] Estimates about future waste streams and consequently predictions about the necessary capacity of proper treatment plants and landfills always for a special period (several years) within a special district (Upper Austria).
[12] Although spoil is a special high quality kind of excavation material, spoil if used alone, shall be understood as excavation material generally in this paper.

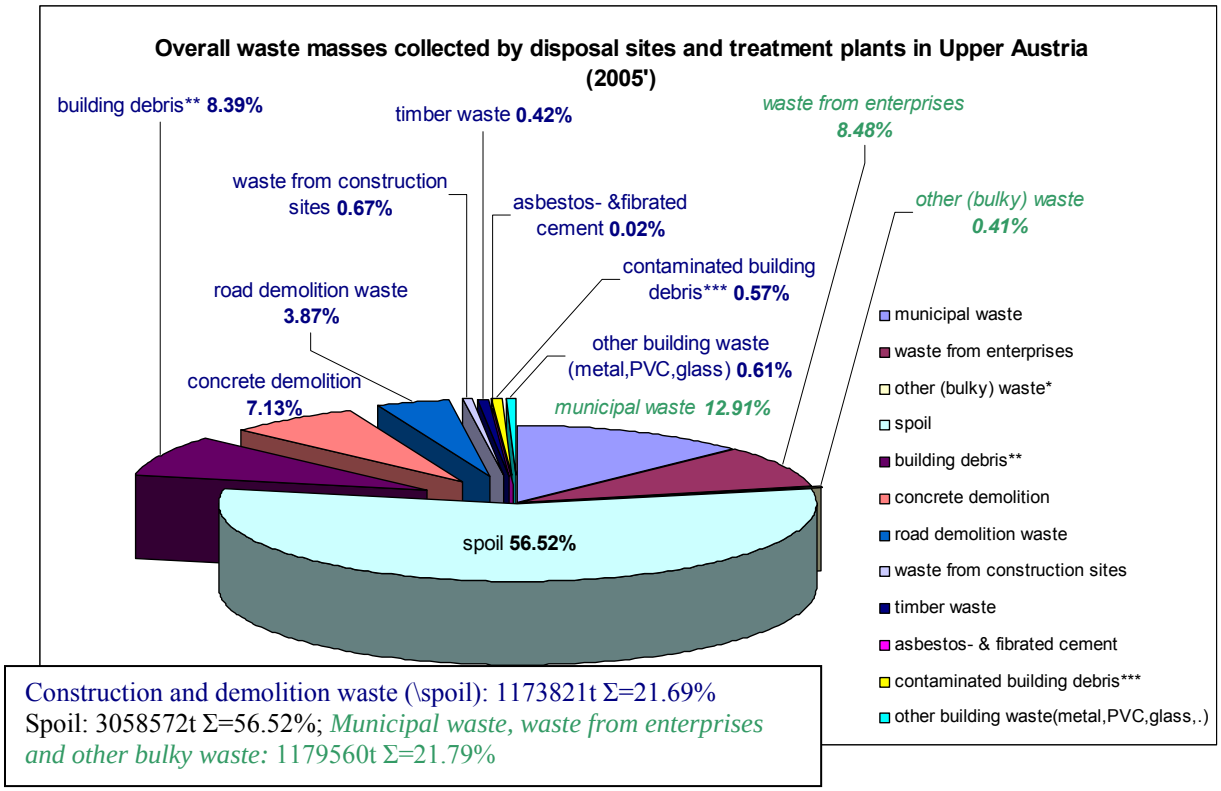


Figure 1: Registered waste masses collected by landfills and treatment plants in Upper Austria in the year 2005[13]

Despite this considerable proportion of construction and demolition waste, the stay (its final sink) of nearly 60%[14] of construction and demolition waste (without spoil) is elusive. Although this number includes high bandwidths due to shortcomings of prior studies and currently may also be smaller, it is obvious that as a result of the quite insufficient Austrian law on waste management in the past, which didn't pay much attention to these waste fractions at all[15], data about waste streams in this area is still

[13] Comp. *Appendix,* p. 3: Figure 1 shows only registered masses. Concerning the waste streams from building and construction industry the figures above represent those masses which have been either sorted and reprocessed or temporarily stored at mobile and fixed treatment plants for construction and demolition waste, or temporarily stored or finally deposited at various landfills (landfills for construction and demolition waste, landfills for excavated spoil, landfills for residual waste). As far as timber waste is concerned, but also a small part of waste arising at construction sites, the masses above represent waste which has been treated thermally. However, the large amount of elusive and not registered waste also arising from construction and building industry (~2.1 million tons) is not included here.

[14] Comp. Appendix, p. 7: All construction and demolition waste **exclusive spoil**.: [59.7% = difference between calculated masses of construction and demolition waste (exclusive spoil) and construction and demolition waste masses (exclusive spoil) registered at disposal sites and treatment plants].

[15] The Austrian law on waste management was first issued in 1974. (comp. *Bach, H., Malinsky, A.H.:* Abfallbewirtschaftung…, p. 61) However, an own decree on -separation of construction and demolition waste "Bauschutt Vo" (comp. *BGBl. I Nr. 1991/259*) didn't exist until 1991. Before this decree (becoming effective on 1.1.1993) construction and demolition waste was deposited together with municipal and other waste.

very incomplete and as a consequence the current ecological risk therefore remains high.

The main goal of this paper is to improve the existing data concerning construction and demolition waste in residential building. To avoid confusion it has to be annotated, that in this context the primary goal is not a gapless collection of data about all construction and demolition waste which has been registered at disposal sites and treatment plants, but, compared to prior studies, a far more detailed calculation of the amount of construction and demolition waste arising in the field of residential building.

This calculation will be based on the last Austrian census of buildings and accommodation units[16] as well as on several statistics about activities in residential building. Further more the different composition of residential buildings of different age due to the utilization of different materials in the past and today[17] will have to be taken into consideration. Therefore a material flow analysis, taking into account all mineral and non-mineral materials in the residential building sector in Upper Austria and distinguishing between waste streams of different construction types (demolition- and renaturation, reconstruction or adaptations[18]) is necessary.

Of course a gapless collection and research about the stay of all construction and demolition waste at building firms, disposal sites and treatment plants is essential. But this is not the only goal of this paper, as based solely on the amount of collected demolition waste at disposal sites and treatment plants, no conclusion can be drawn about those fractions and quantities, which have not been collected and as a consequence neither have been recycled nor disposed correctly, but therefore bear the first and foremost risk for man and nature, if the calculated amount of the overall construction and demolition waste (results of the material flow analysis) is too vague.

[16] The figures about buildings and accommodation units in Austria (respectively Upper Austria) were collected together with the last population census by the Austrian Central Statistical Office (ÖSTAT) in 2001'.

[17] In a German study about building material streams at residential building in Bavaria it has been shown, that mineral materials as brick, tiles and plasters - brick buildings respectively -, which in the decade 1958 – 1968 with 56.34% have been the dominant construction type, have been replaced more and more by concrete buildings within the last 30 years, counting meanwhile for 57% of all existing residential buildings in Bavaria. (comp. *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al*: Baustoffströme in Bayern…, p. B5).

[18] Adaptations include both, reconstructions/refurbishments and adjustments/conversions.

Hence, to define the amount of elusive, non registered waste exactly and to draw conclusions about its possible recycling or deposition streams, its final sinks and in this context its potentially ecological risk, it is a must that the calculated quantities do not show too large bandwidths and inaccuracies, as it appeared in prior studies with bandwidths of 100% and more[19], but are as exact as possible. Only then a following comparison of these calculated quantities with registered masses of disposal sites, treatment- and recycling plants will be less instable and enable sound and convincing conclusions.

Regarding residential building in Upper Austria, shortcomings in the calculation of waste streams due to large bandwidths in this sector[20] have most fatal consequences and distort the results for the whole building and construction industry, as residential building counts for 57.5% of demolition and construction waste arising from the overall building engineering and even 39% of the entire building and construction industry (including both, building and civil engineering).[21] As this work primarily focuses residential building, a comparison of calculated values with registered masses of disposal sites and treatment plants for construction and demolition waste arising from the entire building industry in Upper Austria is only possible by projecting the results of residential building for the remaining divisions in civil- and building engineering.

Even though in this work a detailed calculation is limited to the residential building sector and quantities about the projected construction and demolition waste (C.D.W.) from remaining building- and civil engineering are based mainly on results of prior studies, the overall data about C.D.W. arising from the entire building division in Upper Austria can been improved. On the one hand the quite instable figures due to the largest bandwidths in the residential building sector will be prevented and on the other hand beside more exactly calculations according to the arising quantities, also additional conclusions about the quality of utilized materials and arising fractions from residential building will be drawn, as beside mineral materials and wood also non-

[19] Comp. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al,* BRIO…, p. 99.
[20] Comp. i*bidem*.
[21] Comp. *Appendix*, p. 9: [57.53% construction and demolition waste (including spoil) from residential building out of 100 % from building engineering; 39.11% out of 100% from entire building and civil engineering].

mineral ones as metal, plastic, glass or insulating materials, which for the entire building division carry even greater weight in the long run, will be taken into consideration.

The following questions shall be addressed within the scope of this project:

- Which materials make up the largest input in the residential building sector in Upper Austria?
- Which materials (type and quantity) build up the current stock of residential building in Upper Austria?
- Has the stock of residential building concerning the used materials changed in time?
- Which building materials have the highest growth rates and which consequences for the future construction and demolition waste streams can be expected?
- Which fractions arise from demolition and renaturation, reconstruction as well as from adaptations (refurbishments and conversions) and which quantities and fractions can be expected in the future due to changes in residential building (quantity of adaptations vs. conversions)?
- Which are the existing deposit and treatment capacities for demolition and construction waste in Upper Austria and which capacities will become necessary in the future?

With the aid of a very detailed material flow analysis, there will be a focus on the essential materials/fractions utilized for construction and adaptation (= input), on the materials being bonded in form of the existing residential buildings (= stock) and on those materials arising mainly as waste from demolition but also from construction and adaptation activities (= output).

Besides a quantitative and qualitative evaluation of currently arising construction and demolition waste and its disposal and recycling routes, future waste streams in the residential building sector have to be investigated, too. Today it is still mainly the industry for nutrients and building materials, which has to react to changes in the prevailing constructive form and coverage type in residential building. However, in the

long run these current changes also have massive consequences for the future emergence of construction and demolition waste and the need for adequate landfills and treatment plants, which can handle the higher amount of such fractions as glass, concrete or non-mineral materials. As a consequence information about quantity and quality of today utilized building materials is necessary to estimate and plan the future demand of proper disposal- and recycling facilities. Together with an overview of the prevailing utilization of such landfills and treatment plants in Upper Austria adequate predictions should be made possible.

3. Description of the System

(3. Systembeschreibung**)**

The first part of every material flow analysis is to define the system being observed.[22] The system to be examined is the residential building industry of Upper Austria (being part of the overall construction and building industry in Upper Austria), which itself can be divided into two subsystems, residential building engineering and waste management respectively (compare chapter 3.3.1. and 3.3.2.). First Chapter 3.2 will define the regional and temporal borders of this system. Afterwards a visualisation of the whole system and its most essential material flows and processes shall help to gain a first comprehensive insight into the system and its main components. However, before this can be done, it is necessary to explain the term construction and demolition waste itself, because a unique definition in the Austrian law on waste management does not exist yet.

3.1. Definition of the term Construction and Demolition Waste and legal framework

(3.1. Terminus Baurestmasse (und relevante Gesetzesquellen)**)**

To avoid any misunderstandings in advance, it shall be clear that within the scope of this work construction and demolition waste (C.D.W.) means all waste streams arising from activities in the building and construction industry, expected spoil and excavation material, which actually is part of C.D.W but due to the diversity and quantity of this fraction compared to the remaining C.D.W. would demand a separate analysis. As a consequence spoil or excavation material will only partially and superficially be included in the following material flow analysis. Nevertheless it is necessary to have a closer look at the legal framework – the Austrian law on waste management – which is still in need of a unique definition of construction and demolition waste (C.D.W.. To get some more insight in this field, the following table gives an overview of typical waste fractions arising in the building and construction

[22] Comp. *Baccini, P.*, *Bader, H.-P*: Regionaler Stoffhaushalt…, p. 43: The first conceptual step of a material flow analysis is choosing a system.

industry according to the Austrian waste catalogue[23]. Each waste group has its own key number (compare right column of the table below).

Decree on landfills (**"Deponie Vo" BGB II 2004/49**)

Decree on separation of 'C.D.W.' (**"Bauschutt Vo" BGB II 259/1991**)

Waste group[24]	Description[25]	Key numbers[26]
Excavation material (spoil)[27] *(Erdaushub, Bodenaushubmaterial)*	Arises at nearly all building & construction activities – building & civil engineering- & makes up the biggest part of all waste streams. [Distinction btw. excavation material (≤ 50% of mineral C.D.W.) & high quality spoil (≤ 5% of mineral C.D.W.)][28]	SN 31 -411, -423, -424
Road demolition waste *(Asphaltaufbruch)*	Solid, mineral and bituminous bound matter arising mainly in civil engineering;	SN 31410, 54912
Concrete *(Betonabbruch)*	Solid, mineral and hydraulically bound mixture arising from activities in civil- & building engineering;	SN 31427
Building debris (non contaminated) *(Bauschutt)*	Material arising notably from demolition activities in building engineering, but also in minor proportion from construction & adaptation activities (=remaining materials); [e.g. brick, concrete, grout, natural stone, sand, ceramic, gypsum,…& excavation material (not predominantly)];	SN 31409, 31412
Timber waste *(Holz)*	Wood arising from construction and demolition activities, usually mixed with building debris or waste from construction sites;	SN 17 -202, -208, -209, -115
Metal *(Metalle)*	Material of iron and non-iron metals, as well as special alloys;	SN 35 -103, -302, -304, -310, -314,-315
Plastic *(Kunststoffbauteile)*	Various synthetic materials (e.g. plastic window frames, synthetic foils, plastic conduits and pipes, synthetic insulating wall panels…);	SN 571xx
Waste from construct. sites *(Baustellenabfälle)*	Mixture of different waste fractions like timber, metal, paper, (bio-)organic waste, bulky rubbish including a minor proportion of building debris;	SN91-101,-104,-201/6; SN55-513,-906
Glass	Plane glass like windows, (only special fractions	SN 31408

[23] Comp. *ÖNORM – 2100* - (Austrian Standard 2100).
[24] Translation (English definition) of each waste fraction according to: *Dreier, P., Lechner, P. et al*: Baurestmassen…, p.vii.
[25] Comp. *WKÖ*: Leitfaden Baurestmassentrennung…, p. 26-37: The waste groups listed above have been pointed out as typical waste groups arising at construction sites by the Austrian Federal Economic Chamber in its in 2006' issued folder „Baurestmassen: Trennung auf der Baustelle", p. 5.
[26] According to the national waste catalogue and the current "Baurestmassennachweisformular" (compare p. 12/13) the waste groups above can have (depending on its exact origin) one of the following key numbers.
However, due to an European waste index directive, the current waste keys (listed in the national waste catalogue "ÖNORM - 2100") will be replaced by new waste codes, being unique for all countries within the European Union and sorted after its origin.[26] Consequently all possible waste streams arising from a special division will be grouped together. Regarding the construction and building sector, beside spoil and mineral fractions also non-mineral and organic waste streams arising as C.D.W. and of course its hazard elements shall be pooled, making an identification of all C.D.W. and thus its recording to provide evidence of all C.D.W much easier, let alone the facilitation of a following aggregated statistical evaluation and projection for the overall waste streams arising from construction and building activities. The current national decree on waste index already contains an abstract of these future waste codes in its appendix 2.
[27] Comp. *BGBl. II Nr. 2004/49,* Anlage 2: According to the latest amendment of the law on rehabilitation of inherited waste (ALSAG) it has to be distinguished between **excavation material** and **spoil**. Before the amendment in 2006, excavated material („Erdaushub"), which may contain ≤ 50% of non-original ingredients (like non contaminated construction and demolition waste) and spoil („Bodenaushub"), which may contain at most only 5% of non-original ingredients were not distinguished. Regarding excavation material of lower quality (being suitable for a deposition on mass waste as well as on C.D.W. landfills) organic ingredients like timber, paper, plastic and metal may account for 10% at most.
[28] *Ibidem.*

(Flachglas)	arising form construction and demolition activities);	
Bioorganic waste *(Biogene Abfälle)*	Natural organic waste as the top coat of soil (bushes, grass, rootstock) but also biological waste arising from canteens at construction sites;	No single SN
Packaging material *(Verpackungsmaterial)*	Various materials like paper (e.g. cement bags), cardboard boxes, PVC (e.g. foils, tubs) or timber (pallets, boxes);5	No single SN
Hazardous (contaminated) waste *(Gefährliche Abfälle)*	Waste, which, according to the Austrian law on waste management & compared to other fractions has to be treated with special cautiousness; (e.g. asbestos SN31437, asbestos cement SN31412, dust of asbestos cement SN 31413; lacquers, gluten, solvent, oil-contaminated soil SN 31423, chemical contaminated building debris SN 31441…);	No single SN (~31xxx)

Table 1: Overview of waste groups arising in the building and construction industry

However, for most of these waste fractions, the Austrian law on waste management provides a far more detailed subdivision, which is neglected in the table above.[29]

As the table above shows, the kinds of waste arising in the construction and building industry are manifold. Although all of the fractions above are closely linked to the construction and building industry, the definition for C.D.W. in the Austrian law on waste management is more specific and limited to special fractions. Especially bioorganic and hazardous waste, arising not only from construction and demolition activities – (for instance hazardous waste fractions as lacquers, glutens and solvents which also arise in the automobile industry) are not termed C.D.W. although they partly arise at construction sites. Of course they need to be treated appropriately, especially as far as hazardous fractions are concerned, but the link to its origin – construction and demolition – is partly neglected.

Even though a unique definition of C.D.W. in the Austrian law to date does not exist yet, there exist several statutes to, in which this generic term is defined, but limited to special, mainly mineral fractions. However, also in practice C.D.W. mostly is still mostly only associated with mineral waste (compare the (dark) blue coloured waste

[29] Regarding excavation material (key number SN 31411) for instance, many different kinds, concerning quality and ecological risk, can be divided. Most of these fractions share the same key number, but have a different specification being added on the general key number. Such a diversification is necessary, as fractions of different quality and risk demand also different deposition/treatment. The possibility of recycling is also linked with the quality of the fraction. Soil excavation, representing high quality excavated material (A1) owns the specification 30 whereas soil excavation of a bit lower quality (A2) already owns the specification 31. Most of the waste fractions have different specifications. However, in the table above these specifications are neglected.

groups in the table above), as they together with spoil make up the biggest part arising in the building and demolition sector.

Paragraph 2, line 4 in the **decree on landfills** defines C.D.W. as a mixture of materials, arising from construction and demolition activities, notably mineral building debris, concrete, road demolition waste and spoil. An indirect but therefore less limited definition for C.D.W in the Austrian law on waste management can be found in the current **decree on separation of C.D.W.**, which sets quantitative minimum levels for typical waste fractions arising in the construction and building industry, leading to a compulsory separation of the particular waste group if the produced C.D.W. exceeds the particular limit. Taking into consideration, that in the long run typical mineral building materials will be replaced more and more by non-mineral materials as plastic or metal[30] and consequently also the composition of the fractions of C.D.W. will change, it is obvious, that the legal definition as given by the current decree on landfills (§ 2, line 4) is misleading.

Concerning the decree on landfills, it shall be mentioned that since an amendment in 2004 only treated waste may be deposited, leading currently to a higher amount of thermally treated waste. Therefore only harmless, inert waste can be deposited which saves landfill capacities and reduces the ecological risk of soil and water pollution.[31]

However, according to the more appropriate decree on separation of C.D.W., the Austrian Federal Economic Chamber has issued a so called "Baurestmassennachweisformular"[32]. This non-compulsory formula shall help documenting quantity, origin and stay of each waste group arising in the building sector. Regarding the current **decree on provided evidence of waste – "Abfallnachweisverordnung 2003"**, it is up to the waste producer to use such a formula or not. However, by collecting the bills for deposition and recycling and reporting the necessary information in an appropriate way, the waste producer, which is usually a building firm, can also provide the necessary information concerning

[30] *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: BRIZU…, p. 19.
[31] Comp. *BGBl. II Nr. 2004/49.*
[32] Comp. *Appendix*, p. 10.

quantity, origin and stay of each waste group on its own. As the current national waste legislation ("Abfallnachweisverordnung 2003") does not force the waste producer to inform the local government or an appropriate independent institution about quantity, origin and stay of their non-hazard waste groups regularly, but only if demanded by the local government, which in practice means never or only in exceptional cases, the existing database therefore is extremely vague. Due to this lack in the current legislation, the quantity of waste neither being registered in appropriate landfills or treatment plants, nor being deposited or recycled correctly anyway, is likely to be very high.[33]

The following table below sums up the most important national laws (decrees) current relevant for C.D.W. in the sense of all potential waste streams arising from this division. As far as hazard waste is concerned, it shall be mentioned, that in the course of the European harmonisation of the national waste catalogues (replacement of the national waste keys by the European waste codes) also weak bounded asbestos like asbestos cement and dust of asbestos cement has to be treated as hazard waste or contaminated building debris since the first of January 2007.[34] Thus special instructions and regulations for hazard waste[35] also have to be considered when treating weak bound asbestos materials.

National laws and current decrees for "C.D.W" according to the Austrian waste legislation (2007')	***(Civil-) Code of Law***
Law on waste management 2002 *(Abfallwirtschaftsgesetz 2002)*	*BGBl. I Nr. 2002/102*
Decree on separation of C.D.W. *(Verordnung über die Trennung von Bauabfällen – Bauschuttverordnung)*	*BGBl. II Nr. 259/1991 –* effective since 1.1.1993'
Decree on landfills *(Deponieverordnung)*	*BGBl. II Nr. 2004/49*
Decree on the Austrian waste catalogue	*BGBl. II Nr. 2003/570*

[33] *Ibidem*.
[34] Compare footnote in *Appendix 5* to the current decree on the Austrian waste catalogue (*BGBl. II Nr. 2003/570*).
[35] Comp. *AWG 2002*, §§ 18-20.

(Abfallverzeichnisverordnung 2003)	
Decree on provided evidence of waste 2003 *(Abfallnachweisverordnung 2003)*	*BGBl. II Nr. 2003/618)*
Decree on packaging *(Verpackungsverordnung)*	*BGBl. I Nr. 1996/648*
Law on rehabilitation of inherited waste *(Altlastensanierungsgesetz & -Verordnungen)*	*BGBl. I Nr. 1989/299*
Decree on biological waste *(Verordnung biogener Abfälle)*	*BGBl. II Nr. 1992/68*
Decree on declassing of hazard waste 1997 *(Festsetzungsverordnung 1997)*	*BGBl. II Nr. 1997/227*

Table 2: Legal framework for the treatment of construction and demolition waste in Austria[36]

3.2. Regional and temporal delimitation

(3.2 Räumliche und zeitliche Abgrenzung**)**

As this study is regionally limited to the area of Upper Austria (U.A.), some general facts about this third largest Austrian province are listed in a further table below.

Demographic characteristics	Benchmark data of U.A.	Share of Austria
Population of U.A. (2001)	1,376,797	17.4%
Population of U.A. (2006)	1,405,674	16,9%
Population of *Linz* (=provincial capital)	183,504	0.028%
Area	11,980km²	14%
Inhabitants / area	115 inhabitants / km²	95.8 inhabitants / km²
Political precincts	18	20%
Judicial districts	43	23%

[36]Comp. *WKO*: Leitfaden Baurestmassentrennung…, p. 8-13.

Communities	445	19%
Villages	6,515	38%
Gross domestic / provincial product **2002** *(Ö: **BI**nlands**P** & OÖ: **BR**egional**P** : zu Herstellungspreisen =laufende Marktpreise, ermittelt n. ESVG 95')*	31,630 Mio €	15,95% (GDP in Austria =198,290 Mio €)
Gross domestic / provincial product **2004** *(Ö: **BI**nlands**P** & OÖ: **BR**egional**P** : zu Herstellungspreisen =laufende Marktpreise, ermittelt n. ESVG 95')*	33,673 Mio € (=+6.46% compared to 02')	15.92% (GDP in Austria=211,498 Mio €, =+6.66% compared to 02')
Gross (domestic)/ provincial product *of the* (domestic)/*provincial construction and building industry* **2002** *(Ö: **BI**nlands**P** & OÖ: **BR**egional**P** der ö bzw. Oö Bauwirtschaft : zu Herstellungspreisen =laufende Marktpreise, ermittelt n. ESVG 95')*	2,845 Mio € (=8.99% of overall GNP (02') in Upper Austria)	19.26% (GDP of Austrian's Constr. & Build. I.=14,775 Mio €)
Gross (domestic)/ provincial product *of the* (domestic)/*provincial construction and building industry* **2004** *(Ö: **BI**nlands**P** & OÖ: **BR**egional**P** : zu Herstellungspreisen =laufende Marktpreise, ermittelt n. ESVG 95')*	3,072 Mio € (=9.12% of overall GNP (04') in Upper Austria) (=+1.08% compared to 02')	19.11% (GDP of Austrian's Constr. & Build. I.=16,075 Mio €; =+1.09% compared to 02')

Table 3: General facts about the province of Upper Austria[37]

As the table shows, in 2004 the construction and building industry counted for 9.1 % of the overall GNP in Upper Austria. Even though no data about the share of the residential building sector in Upper Austria is available,[38] it can be expected, that the

[37]Results according to the last full population census of the Austrian Central Statistical Office (ÖSTAT) in 2001; concerning the values - 'Gross value added at basic prices by economic activity' compare Upper Austrian Statistical Office (yearbook 2007); 2006 population figures according to the central register of residents.
[38]According to the statistical department of Upper Austria exact data about GNP and employees occupied in the residential building sector are not available for Upper Austria.

biggest part arises from residential building when comparing the national results for Austria of 2004. According to the statistical yearbook 2007, it was the division of residential building where with 26,081 employees most people among all divisions in the Austrian building and civil engineering where occupied and with 1,270,744,000 € the highest GNP was generated.[39] However, these figures are related to the overall building and civil engineering and do not include the additional building industry like the work of house painters, eclectics, or (water-, gas-, heater-) plumbers, etc.

Regional delimitation:

The political border of Upper Austria also forms the horizontal border of the system. For the vertical border, all built-in materials and components below and above ground are taken into account. As far as soil and excavation material is concerned, due to its quantity and difference compared to the remaining materials, these fractions will only be included superficially (compare last chapter 3.1).

Temporal delimitation:

Regarding time, one period equals one calendar year. Of course the most current data available shall be used, but besides being up-to-date, the data also has to be exact and consistent, as the main goal of this study is to receive more detailed and exact results. Therefore figures built up on samples and random tests like especially the micro-census are too imprecise to be taken into account. Most figures will be calculated in tons per habitant and year (compare chapter 4.2.-Units). Although the year of the last full population census was 2001, the year of balancing for the residential building sector (chapter 5) will be 2002, as for 2002 the Austrian statistic department provided the last complete figures about the national and provincial (for Upper Austria) building activities.[40] Of course the most current data will always be taken into account, especially for the interpretation of the results of the material flow analysis and its future outlook. When projecting these results for the remaining building and civil engineering and opposing the aggregated output values to the waste quantities being registered by the Upper Austrian (U.A.) waste management (chapter 6), all results anyhow are be estimated for 2006, so that latest, most current

[39]Comp. *ÖSTAT*: Statistical Yearbook 2007, p. 374, table 24.01.
[40]Comp. *ÖSTAT*: Report of the Austrian Central Statistical Office on recently built (also residential) buildings (during the year of 2002).

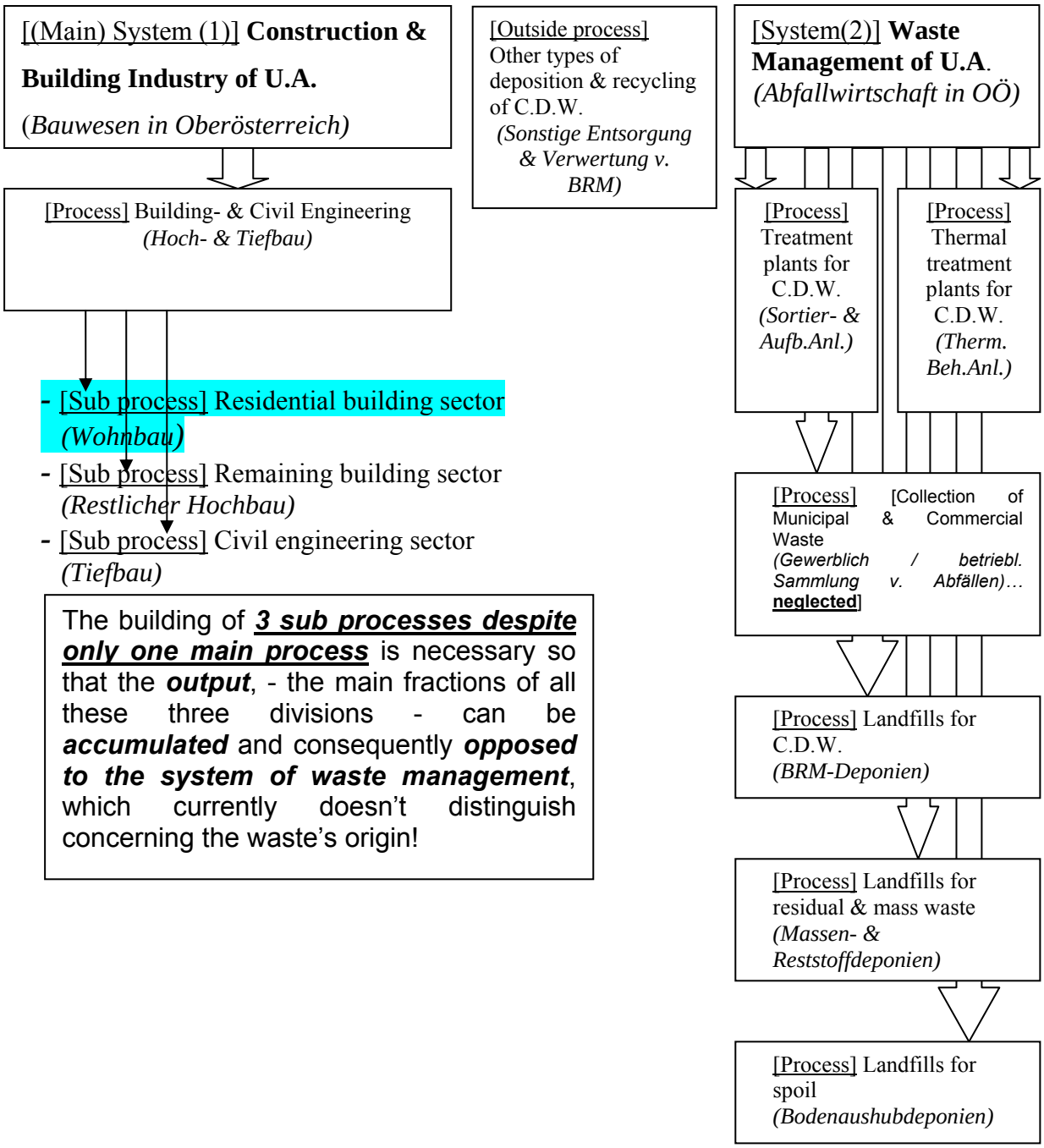
data on behalf of the U.A. waste management can be included. However, if special, current data should not be available, historical data from earlier eras has to be used and projected for the base year 2002 regarding the calculation of residential building sector (chapter 5), or for 2006 as far as the material flow of the entire building industry in U.A. (chapter 6) is concerned.

3.3. System definition – construction and cuilding industry in Upper Austria with a main focus on residential building

(3.3. Systembeschreibung – Baurestmassen aus der OÖ Bauwirtschaft mit Fokus auf den OÖ Wohnbau**)**

The residential building sector in Upper Austria constitutes only a sub-process of building engineering, which includes besides residential buildings also buildings not used for living like industrial-, social-, public and administrative buildings, shops, plants, (working) departments, schools, hotels, etc. All these buildings not used for living, the so-called remaining building industry, will only superficially be taken into account, but will not be calculated in the following material flow analysis. The same applies to civil engineering, (including road and bridge building, the construction of railroad tracks, gas and water pipelines, electricity mains, telephone lines, etc.), also not included in the calculation.

By listing its main (sub-) processes, the following chart shows a raw composition of the entire construction and building industry in Upper Austria. Due to the strong interaction of the construction and building industry (=main system) with waste management, the most important processes of this additional system (2) are also summed up below. One process 'Other types of deposition & recycling of C.D.W.' is a so called outside process which is neither part of system 1 nor of system 2.



Actually the following material flow analysis covers the whole construction and building industry, but as already mentioned, only the material flow of residential building will be calculated in chapter 5. However, to compare the calculated masses with registered quantities of C.D.W., the C.D.W. arising form remaining building and civil engineering finally will be projected by using mainly historical data of prior studies. This is necessary, as the registered waste fractions in the system of waste management are only distinguished by quantity and quality of its treated / deposited masses, but not by its origin (civil-, residential-, or remaining building engineering respectively).

In the following two chapters 3.3.1 ('Residential Building Sector' within the main system 'Construction and Building Industry in U.A.') and 3.3.2 (System (2): 'Waste Management in U.A.') the entire material flow will be briefly described. Of course the work focuses on residential building, but to understand the system's consistency an abstract description of the entire system is necessary. The construction and building industry mainly consists of only one process - "Building- & Civil Engineering", which itself can be divided into three sub processes – 'Residential Building Engineering', 'Remaining Building Engineering' and 'Civil Engineering'. The building of sub processes despite only one main process is necessary so that the output, the main fractions of all three divisions respectively, can be accumulated and consequently opposed to the system of waste management, which, as already mentioned, does not distinguish origin of the waste (see chart above). As far as waste management is concerned, the emphasis is on collection, treatment (mechanical and physical sorting/recycling as well as thermal treatment) and deposition of C.D.W. at proper landfills. Below table 4 gives once more an overview of the two systems and its main (sub-) processes.

Systems	***1st (main) System*** *(1. (Haupt-)system)*	2nd System *(2. System)*
Name of the system	***Construction & Building Industry of Upper Austria*** *(Bauwesen in Oberösterreich)*	***Waste management (of U.A.)*** *(Abfallwirtschaft in OÖ)*
Main Processes (of each system)	• Civil- & Building Engineering of Upper Austria	• (Physical/mechanical) Treatment plants for C.D.W. (including sorting & substantial recycling) • Thermal treatment/Recycling (=energetic treatment) • *[Collection of Municipal & Commercial Waste… neglected]* • Landfills for residual & mass waste • Landfills for (mainly mineral) C.D.W. • Landfills for spoil
Sub Processes (of Building- & Civil Engineering)	• Residential Building • Remaining Building Engineering • Civil Engineering	
Outside process	• Other types of deposition & recycling of C.D.W.	

Table 4: Structuring of residential building, Upper Austrian's entire building industry, its main subsystems and processes[41]

[41] Comp. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: BRIO…, p.7.

3.3.1. 'Residential Building Sector' within the main system 'Construction and Building Industry in U.A.[42]

(3.3.1. Der Wohnbausektor innerhalb des gesamten OÖ Bauwesens**)**

In the main system 'Construction and Building Industry in U.A. all input- and output flows as well as the stock, being defined as the quantity of different materials and soil which is bound in building- and civil engineering, are analysed isolated. Regarding building engineering this means, on the input side quantities of materials and soil which are necessary for new buildings and adaptation activities are calculated, whereas on the output side different fractions of construction and demolition waste arising from demolition, but also from new building and adaptation activities (as packaging material or soil/excavation material arising mainly from new building activities) have to be ascertained. Regarding the stock, the input materials are in principle the same by which the existing buildings are made up, although their exact composition has changed over time (a fact that will be taken into account enough in chapter 4). As already mentioned only the residential building sector will be calculated. Input, stock and output for the remaining building division will be projected and estimated. The same applies to civil engineering, which due to its completely different composition even more has to be estimated mainly on the basis of historical data (e.g. annual input of asphalt/bitumen for the building of new streets and roads).
However, isolated means that especially on the output side the further flow of recycling and deposition is neglected, but put to the second system 'Waste management of U.A. (compare following chapter 3.3.2.). The following charts (figure 2 in English, figure 3 in German) visualise these isolated input- and output streams.

[42] Description of Residential Building Engineering according to *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: BRIO…, p.13/14.

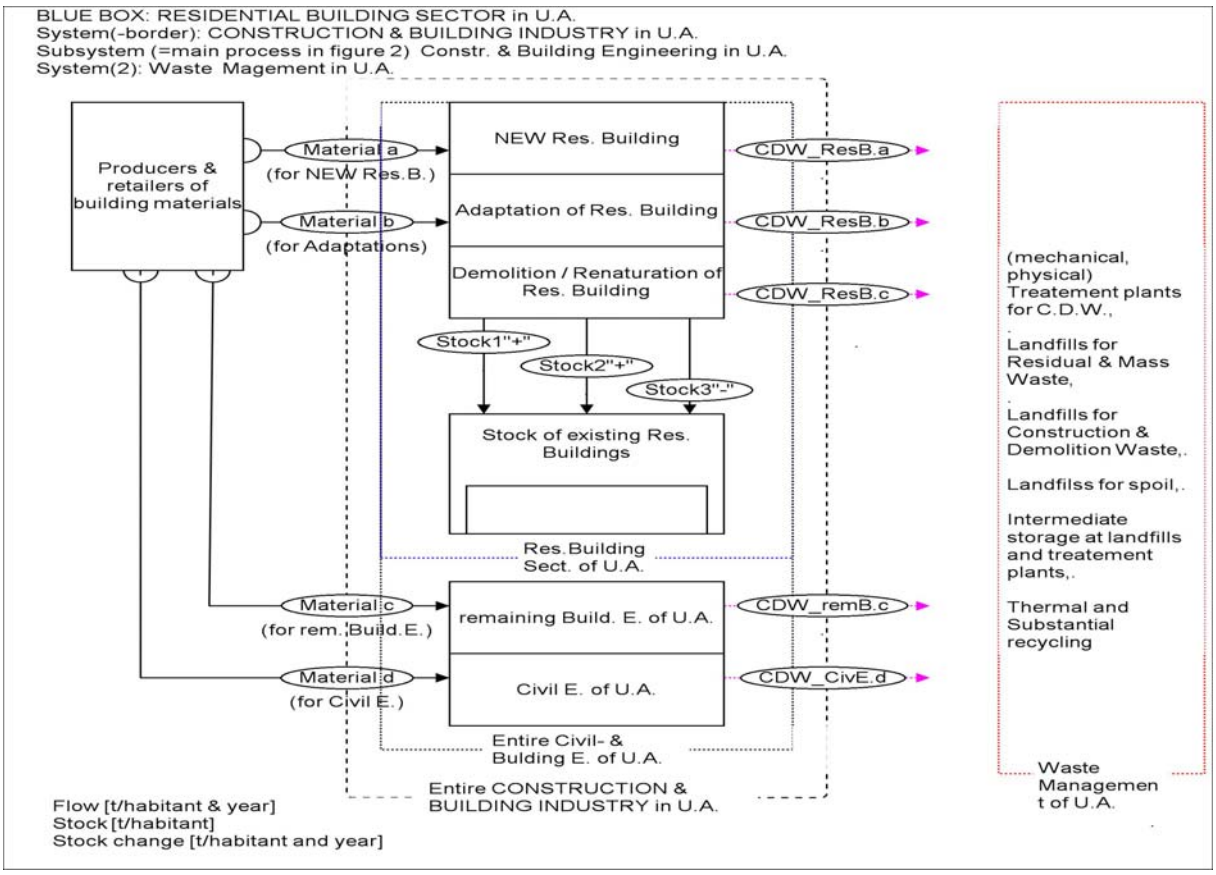


Figure 2: System identification: Residential Building Sector of Upper Austria

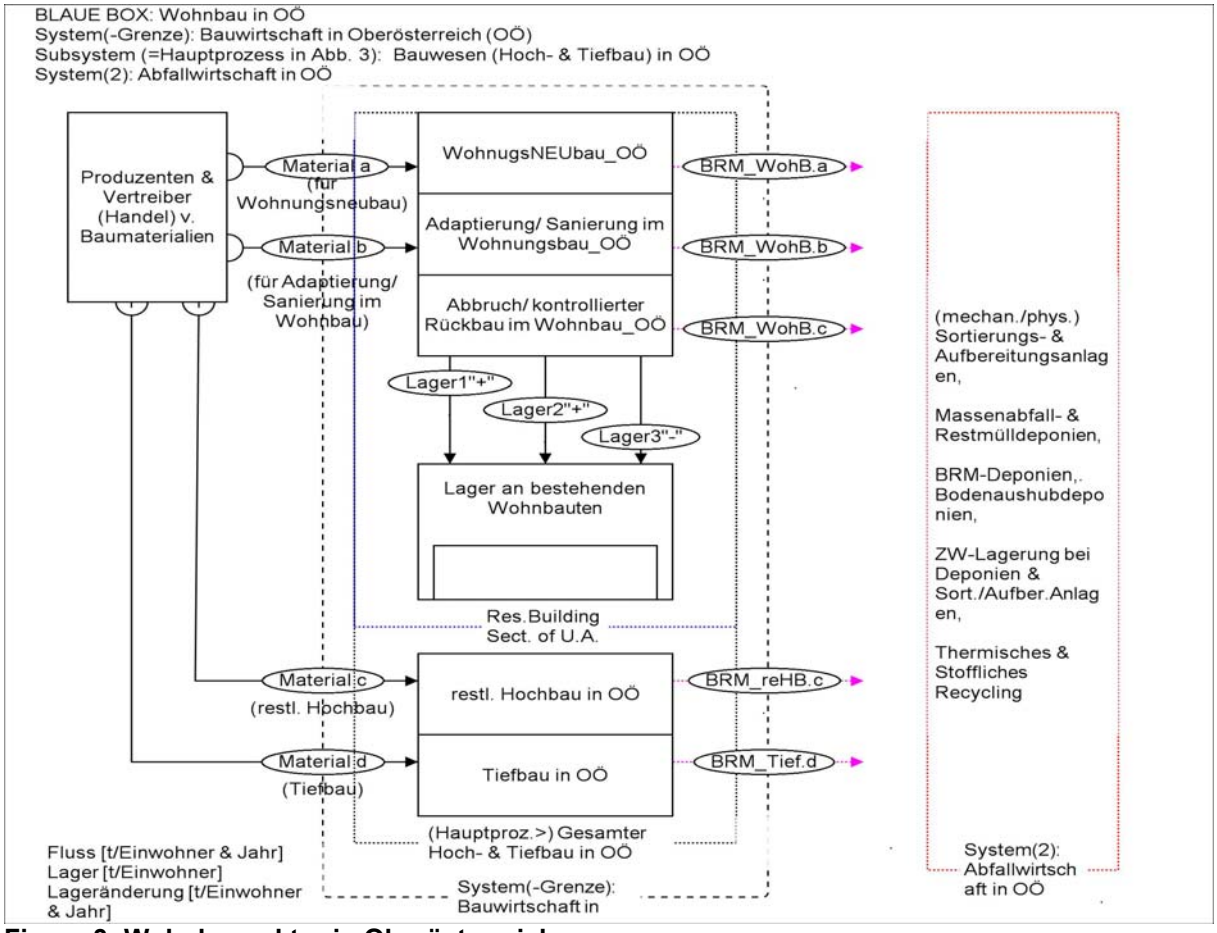


Figure 3: Wohnbausektor in Oberösterreich

The blue box shows the residential building sector, which itself can be further distinguished in 'NEW Residential Building', 'Adaptation of Residential Building' and 'Demolition/Renaturation of Residential Building'. Although C.D.W. arises from all three activities, the first two mainly increase the stock (stock 1,2 = '+'), whereas the last one – Demolition/Renaturation itself mainly reduce it (stock 3 ='-').

The chart is very simplified and shows neither all various materials going inside nor the different fractions arising on the output side, which will be calculated in chapter 5 each. Therefore the examined input materials and output fractions are listed above, whereby only materials, being used for residential building, are regarded. Concerning the remaining building and civil engineering compare chapter 6.

<u>Input goods for residential building:</u>

The following building materials will be taken into account as import goods for new building and adaptation activities. As different quantities of these materials arise in these two subdivisions, they will be separated.

- brick earth *(Ziegel)*
- concrete *(Beton)*
- mineral building materials as ceramic tiles, bricks, gypsum *(sonstige Mauerziegel (u.a. Mineralische))*
- wood *(Holz)*
- plastic *(Kunststoffe)*
- metal *(Metalle)*
- glass *(Flachglas)*
- isolating material –Styropor, isolating wool *(Isoliermaterial)*
- bitumen -only low quantities of asphalt/bitumen *(Asphalt- Bitumengemische)*
- refilled soil, excavation material *(anteilig wiederverfülltes Boden-/ Aushubmaterial)*

  As far as soil and excavation material is concerned, it has already been mentioned that this actually is an output fraction arising mainly of new building activities. However some of the excavation quantities reused (= refilled) on the construction site itself or somewhere else. So the amount of soil calculated as input actually covers a recycling stream. Although reused soil counts for the biggest amount compared to the quantity of the remaining input materials,

these essential basic input will only as a whole (no distinctions concerning quality, etc.) be taken into account.

Other general import goods as air and water as well as building machinery will be neglected.

Stock in the residential building sector:

The stock in residential building is composed of the number of existing residential buildings in Upper Austria. New buildings and adaptations increase the stock whereas demolition and renaturation activities decrease the stock.

As for the input, also the stock shall be calculated for each of the materials listed above (in tons for each material per habitant and year –compare chapter 4.1 'Units').

Output goods of residential building:

Regarding output goods, the following C.D.W. fractions (according to the input materials) shall be calculated. Compare also chapter 3.1., where a table about the different building materials, C.D.W. respectively, is listed.

- soil/ excavation material *(Boden- /Aushubmaterial)*
- concrete *(Betonabbruch)*
- mineral building debris *(mineralischer Bauschutt)*
- organic waste:
  - -timber *(Alt-/Abbruchholz)*
  - -plastic *(Kunststoffabfälle)*
- inorganic waste:
  - -metal/ scrap *(Metallschrott)*
  - -glass *(Flachglas)*
- bitumen/asphalt *(Bitumen-/ Asphaltaufbruch)*
- isolating materials styropor, isolating wool *(Isoliermaterial)*
- remaining materials – Lacke, Kleb-/Farbstoffe, etc. *(sonstige Bauabfälle)*
- packaging waste - wood pal. pl. foils *(Verpackungsabfälle)*

Part of all CDW (especially non-mineral fractions) are not single sorted but put together as 'Waste from Construction Sites' *('Baustellenabfälle').*

Regarding **hazard waste**, its arising quantity can hardly be determined as typical hazard waste in the building sector as oil contaminated soil, asbestos cement or

other chemical contaminated building debris never arises alone but together with non hazard waste fractions. Therefore only estimates can be made. Generally, asbestos arising from demolition of old buildings (built between the 1960s & 1980s') count for the biggest part among hazard waste from residential building. Oil- or other chemically contaminated waste mainly arises from the demolition or adaptation of industrial buildings, belonging to the remaining building sector.

3.3.2. System (2): Waste management - *Waste and Recycling Streams of CDW*[43]

(3.3.2. System (2): Abfallwirtschaft: Entsorgungs- und Recyclingströme von BRM**)**

As indicated above, the system of waste management can be divided into 6 processes - (Physical/mechanical) Treatment plants for C.D.W. (including sorting & substantial recycling), Thermal treatment plants, Landfills for residual & mass waste, Landfills for (mainly mineral) C.D.W., Landfills for spoil and the *Collection of Municipal & Commercial Waste* – being *neglected* in the calculations (chapter 6) due to its small quantities.

In the following charts (figure 4 in English, figure 5 in German) the input materials as well as the stock and the output of the residential building sector are not separated from the remaining building- and civil engineering. Although a separation of these fractions will be taken into account for the calculation and projection in chapter 5 and 6, it is neglected by the following description. Figure 4 and 5 only show the general waste and recycling streams. The red frame on the right half of each figure marks off the system of waste management including the 6 processes mentioned above.

[43] Description of Residential Building Engineering according to *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: BRIO…, p.13- p, 14.

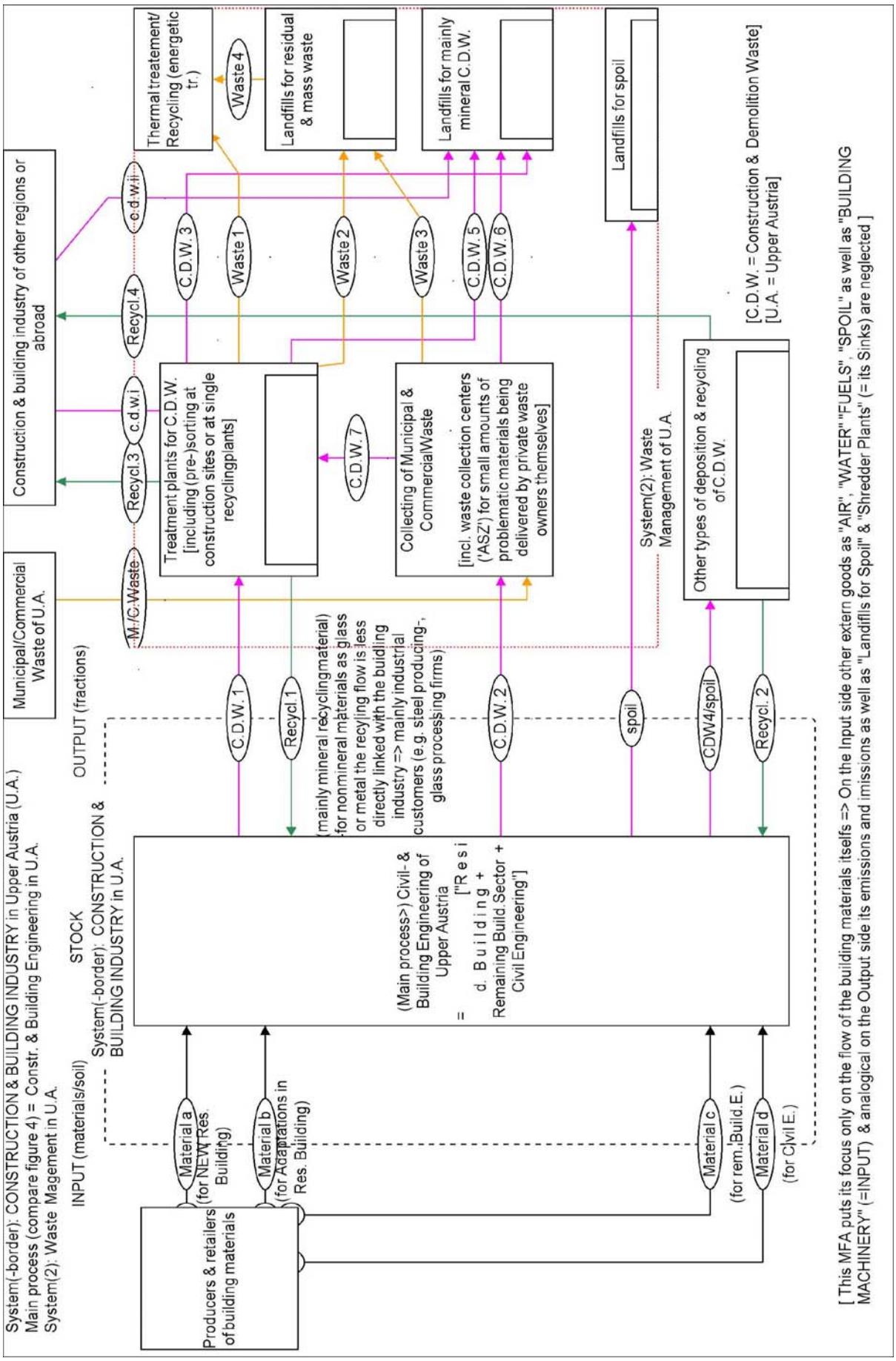


Figure 4: System identification: Entire Construction and building industry of Upper Austria

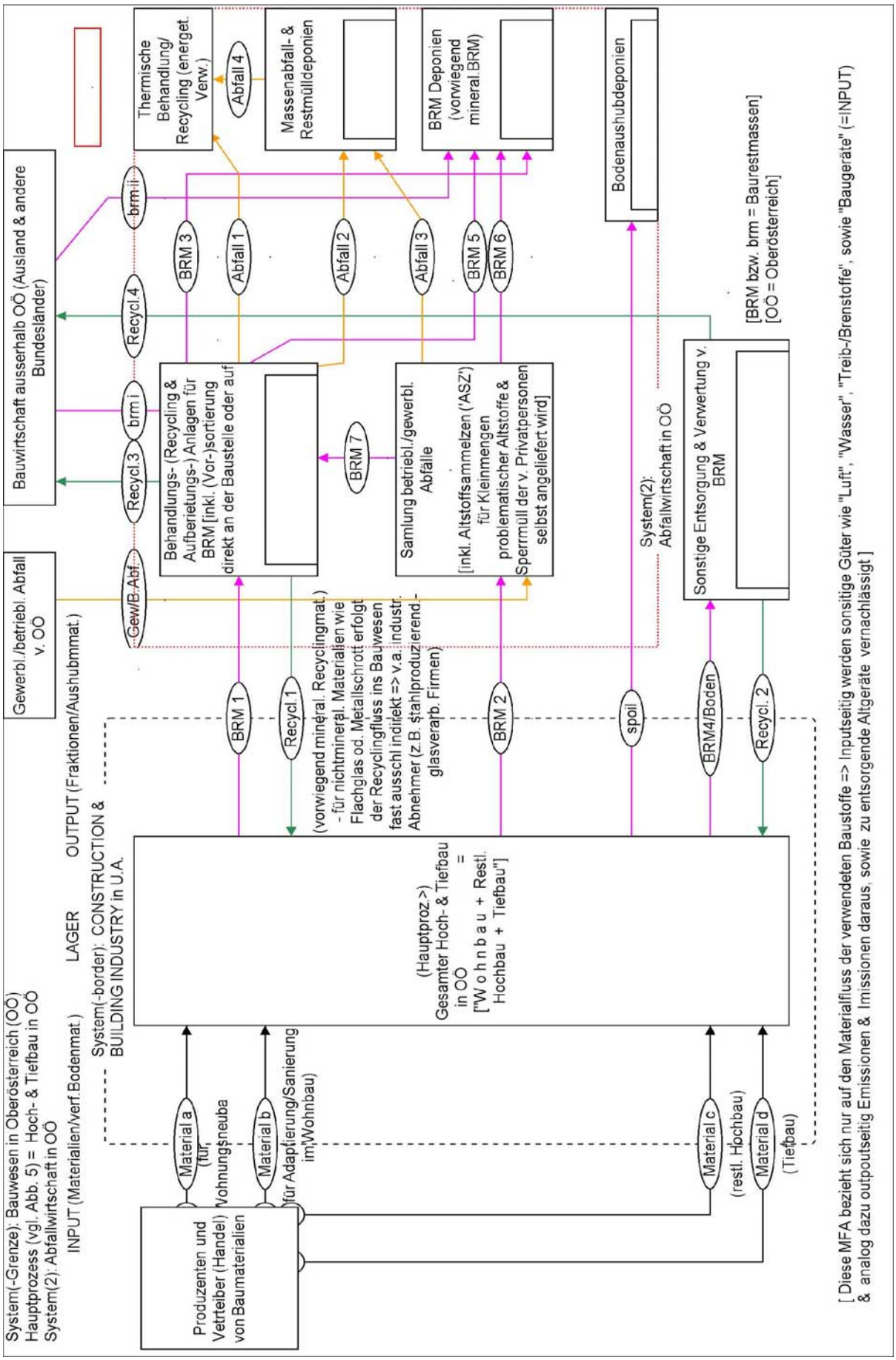


Figure 5: Systemabgrenzung: Gesamtes Bauwesen in Oberösterreich

Of course the second system - waste management is closely linked to the entire Construction & building engineering (drawn as the main system on the left side in figure 4/5).

From the entire "Building and Civil Engineering" in U.A. a certain part of all C.D.W. is recycled or at least (pre-) sorted in so called mobile treatment plants, which in distinction to stationary plants are usually situated on the construction site itself. Focusing on a process oriented visualisation of the material flow, these mobile treatment (recycling) plants actually should be part of the main system "Construction and Building Industry", as some mineral waste quantities are recycled and reused directly on the construction site and do not enter the system of waste management at all. However, it is a fact that with the currently existing data it is impossible to distinguish between waste masses being sorted and recycled in mobile plants and those quantities being treated in stationary ones. Moreover, according to the Austrian version of the Statistical Classification of Economic Activities (= ÖNACE) treatment- and recycling plants (mobile as well as stationary ones) are regarded as part of waste management[44], so that in the following material flow analysis any mobile treatment plants are excluded of the main system and build a process of the 2nd system "Waste Management of U.A." Sure both systems - 'Construction and Building Industry in U.A.' (main system) and 'Waste Management of U.A.' (system 2) – are closely linked together.

However, the entire **(physical/mechanical) treatment process** covers all kinds of sorting (wet and try) and processing (substantial or mechanical) which itself can happen already on the construction site (mobile processing) or in steady plants, being attached to one fix locality. A certain part of the arising CDW *('C.D.W. 1')* is recycled *('Recycl.1')* (to a new building material) and utilised in the domestic construction and building sector again.

Some mineral and especially non-mineral recycling materials as glass or metal are not directly recycled but include many further substantial recycling processes and are reused in other branches. For instance the treating of metal fractions as iron scrap in

[44] ÖNACE is the Austrian version of the European classification of Economic chambers (comp. *WKO*: Statistische Hilfsmittel – Nace).

the industry (e.g.: by the in Linz situated steel company VOEST), being first shredded together with metal scrap of other branches as the automotive industry, then thermally melted down and afterwards recycled (substantially) to new raw material. It is obvious that the exact origin of such a recycling material can hardly be determined. Due to the value of metal scrap and the high developed technique of treatment plants for CDW - assorting also minimal metal fractions from mixed waste arising at construction sites – a high recycling quota of metal arising from the building sector is very likely. Nevertheless only those quantities of metal and any else recycled CDW whose utilisation in the construction and building industry can be taken for granted are taken into account. However, to simplify the recycling flow, such recycling streams entering the construction and building industry not directly but indirectly are summed up under *('Recycl.1')*, too.

Like in a cascade some waste can not be processed anymore. This waste arising from the treatment- (and sorting) process is either thermally treated *('Waste 1')*, or deposited on proper landfills - for residual and mass waste *('Waste 2')*, - for mainly mineral CDW *('C.D.W. 5).* Just for reasons of completeness the figure also includes a waste stream from regions outside of U.A. *('c.d.w. i')* entering the U.A. treatment process and leaving it as recycling material *('Recycl. 3').* This normally is the case for plants situated on the local border of U.A. However, the in- and output flows shall be of the same amount, so that they can be neglected.

A small part of CDW (*'C.D.W. 2'*) is ***collected together with municipal and commercial waste*** ('M./C. Waste') also including all waste collection centres in U.A. (so called 'ASZ'[45]), where private waste owners can get rid of small quantities of problematic waste for free. Some part of this CDW also is further treated in treatment plants *('C.D.W. 7')*. The remaining waste either is deposited at landfills for residual or mass waste *('Waste 3')* or regarding the mineral fractions also at landfills for mainly mineral CDW (for fractions with a non-mineral pollution of 50% at most - *'C.D.W. 6'*).

As far as spoil and excavation material is concerned, three possibilities are feasible. Spoil, defined as excavation material containing only few non-soil ingredients, ≤ 5%[46]

[45] Altstoffsammelzentren
[46] Comp. *BGBl. II Nr. 2004/49*: § 4 (1).

can be deposited at proper ***landfills for spoil*** ('spoil'). If the mineral pollution is between 5% and 50%, the excavation material only can be deposited at ***landfills for mineral CDW*** *('C.D.W. 3').*

However, most masses are not deposited at all but directly reused, either at the same place or somewhere else. This third possibility applies for the most masses and occurs in figure 4 and 5 as input flow together with (*'Material a–d'* – compare chapter 3.3.1. p. 43 Input goods).

Due to the amendment of the decree on landfills, besides spoil only treated, harmless, inert waste may be deposited directly. Besides mechanical and physical treatment also the ***thermal treatment*** has to be taken into account when focusing non-mineral construction and demolition waste. For instance parts of plastic wood but also mixed processing waste can be thermal treated and if the calorific value is enough used energetic for producing electricity.

For all processes, ***'Intermediate Stocks'*** are taken into account. Regarding treatment plants some C.D.W. can be stored for a while before being processed. As far as landfills are concerned, the stock is assumed to stay constant.

The last process ***'Other types of Deposition and Recycling of CDW'*** is an outside process, observing the amount of waste and recycling material being not covered by the system of 'Waste Management in Upper Austria'. As a consequence, all construction and demolition waste (including spoil) entering this process *('CDW 4/spoil')*, as well as all recycling material leaving it *('Recycl. 2'*), is elusive – this may contain also CDW or excavation material being treated or deposited illegally.

Regarding typical CDW fractions as concrete, mineral building debris, bitumen and road demolition waste or timber, several quantities are registered at proper landfills, treatment plants or its intermediate stocks. In the case of wood also those registered quantities which have been thermally treated have to be added. For these waste masses the elusive amount can be determined by building for each fractions the difference between those quantities which theoretically should arise annually

(calculated masses) and those annual quantities being registered by the difference processes within the U.A. system of waste management described above.

Regarding other materials as for instance metal and iron scrap, plastic or different packaging material which arises from new building and adaptation activities, a collection of registered masses is even more difficult, as these fractions make up only a minor quantity and usually are treated together with similar fractions of other branches (e.g. iron scrap arising from the building and the automotive industry). Consequently all those masses of each fraction, whose utilisation as recycling material, untreated reuse in the case of spoil, or deposition or thermal treatment in the U.A. waste management can not be taken for granted (meaning proof- and detectable) , have to be allocated to this process.

4. Technique and approach to calculating the material flow in the residential building sector and for its projection for the overall building industry in Upper Austria

(4. Vorgangsweise bei der Erstellung der Güterbilanz im Wohnbau und dessen Hochrechnung für das gesamte Bauwesen in OÖ**)**

The following, main chapters (chapter 4 until chapter 7) are written in German due to the specific German terminology in Environmental law and business. As for many terms, an exact translation from German to English is not possible, the writing in German language shall simplify especially the professional and, in this area, more expert reader (being used to the technical terms in German) to understand the context and to avoid any misunderstandings arising from a possibly not identical translation. Nevertheless, the main part and its result will be summarised at the end in an English summary (chapter 9).

Das folgende Kapitel versucht vorrangig die genaue Methodik bei der Erstellung der Güterbilanz (Materialflussanalyse) zu erläutern. Anhand der gültigen ÖNORM S 2096 zur Anwendung einer Stoff/Materialfußanalyse (MFA) in der Abfallwirtschaft, soll zuerst kurz allgemein auf die wichtigsten Arbeitsschritte, sowie dem derzeitigen Status Quo bei der Erstellung dieser MFA eingegangen werden (Kap. 4.1). Kapitel 4.2. widmet sich kurz den in dieser MFA verwendeten Einheiten und Kapitel 4.3 gibt Einblick in die verwendeten Erhebungsmethoden bzw. den Datenursprung. In Kapitel 4.4 werden schließlich die eigentliche Methodik bzw. Art der Berechnung des Materialflusses getrennt für Input, Lager und Output analysiert. Kapitel 4.5 gibt schließlich ganz kurz einen Ausblick darauf, wie die für den Wohnbau errechneten Daten letztlich in Kapitel 6.1. auf das gesamte Bauwesen bzw. die gesamte Bauwirtschaft projiziert werden können.

4.1. Austrian Norm S 2096 for using a Material Flow Analysis in the Waste Management

(4.1. ÖNORM S 2096 zur Anwendung einer Stoff/Materialflussanalyse (MFA) in der Abfallwirtschaft**)**

Die aktuell gültige ÖNORM S 2096 definiert in Teil 1 die für eine Stoffflussanalyse wesentlichen Begriffe und beschreibt in Teil 2 die Methodik zur dessen Erstellung.[47] Nach Definition in Teil 1 dieser ÖNORM versteht man unter einer Stoffflussanalyse die „Identifizierung und Quantifizierung aller relevanten Flüsse von Stoffen in einem zeitlich und räumlich exakt abgegrenzten System sowie Bilanzierung der Stoffe innerhalb dieses Systems.“[48] Wenngleich Ziel dieser Arbeit keine Stoff-, sondern eine Materialflussanalyse ist (Definition Stoff, Gut, Material siehe untenliegende Tabelle), so hat diese Norm dafür gleichermaßen Gültigkeit, wobei dessen einziger Unterschied zur Stoffflussanalyse der ist, dass nicht ein bzw. mehrere Stoffe, sondern gewisse Güter und Materialien, im vorliegenden Fall eben Baumaterialien und die daraus entstehenden **Baurestmassen (BRM)** untersucht werden. Ein Gut kann aus einem oder mehreren Stoffen bestehen. Material ist ein „übergeordneter Begriff für ein Gut oder einen Stoff“[49] Da in der Bauwirtschaft inputseitig sowohl Stoffe als auch ‚Güter’, outputseitig als Baurestmassen jedoch ausschließlich Güter betrachtet werden, handelt es sich hierbei um eine Materialflussanalyse.

Wesentliche Grundlage einer Stoff- bzw. Materialflussanalyse ist das Gesetz der Massenerhaltung, indem der Input in das System abzüglich der Lagerzunahme (oder plus bei Lagerabnahme) dem Output daraus gleicht und den Stoff- (bzw. Materialfluss) „von der Quelle bis zur letzten Senke verfolgt.“[50] Brunner kommt weiter zu dem Schluss, dass solche Flussanalysen sich ideal dazu eignen „ein System auf Vollständigkeit zu prüfen“, wenngleich angesichts des Massenerhaltungsgrundsatzes bedingt durch Datenunsicherheit und „unberücksichtigte oder unbekannte Güterflüsse oder –lager“ Abweichungen um 20% in der Praxis üblich sind.[51] Was die Überprüfung auf Vollständigkeit dieser MFA betrifft, so steht hier vor allem die

[47] Zur Vorgangsweise bei der Bewertung eine Stoffflussanalyse gibt es ein eigenes Regelblatt, „ONR 192096“, auf welches hier aber nicht näher eingegangen wird.
[48] *ÖNORM S 2096*-1, S. 5.
[49] *ÖNORM S 2096*-1, S. 3.
[50] *Brunner*, *P.H.*: ÖWAV Regelblatt 514*, S*. 4.
[51] *Ebenda*, *S*. 5.

Ermittlung der nicht in der Abfallwirtschaft registrierten Baurestmassen im Vordergrund. Bezüglich der letzten Senken gilt es hervorzuheben, dass bei dieser MFA outputseitig eben ausschließlich Güter analysiert werden und keine Stoffe (siehe Definition unten). Dadurch bilden beispielsweise Deponien als letztes Auffanglager für gewisse Baurestmassen die letzte Senke, wenngleich bei einer detaillierteren Betrachtung der einzelnen Stoffe (= Stoffflussanalyse), nicht die „Ablagerung in einer Deponie" an sich, sondern die daraus entsehenden Emissionen in „Hydro-, Pedo-, Litho- oder Atmosphäre"[52] deren letzte Senke darstellen.

Zum besseren Verständnis und einfacheren Lesbarkeit der folgenden Kapitel werden in folgender Tabelle, in Anlehnung an die Definitionen in der ÖNORM S 2096-1 (Seite 3-6), noch mal die wichtigsten Begriffe einer MFA zusammengefasst.

Stoff *(substance)*	„Material, das aus identen Einzelteilen besteht und entweder ein chemisches Element oder eine chemische Verbindung in reiner Form ist."(z.B.: CO2)
Indikatorstoff *(indicator substance)*	„Vertreter von einer Gruppe von Stoffen" der den Schadstoffgehalt dieser Stoffe angibt. (z.B.: Bleigehalt)
Gut *(good)*	„Material das aus einem oder mehreren Stoffen besteht und handelbar ist" (z.B.: Beton)
Material *(material)*	„Übergeordneter Begriff für ein Gut oder einen Stoff" (wenn Güter & Stoffe analysiert oder man sich vorab nicht festlegen will)
Prozess *(process)*	Umwandlungs- Transport- oder Lagerungsvorgang von Gütern oder Stoffen (oft als „Black Box" betrachtet, Unterteilung in „Subprozesse" möglich) (z.B.: Aufbereitungsanlagen)
Lager *(stock)*	„Bestand von Gütern oder Stoffen innerhalb eines Prozesses" (z.B. Bestand an Gebäuden)
Fluss/Strom *(flow, flux)*	„Bewegung der untersuchten Güter oder Stoffe zwischen Prozessen oder in das System hinein oder aus dem System heraus mit der Einheit z.B. Masse oder Volumen pro Zeit" [*Flux*: Fakultative Bezeichnung für Fluss/Strom mit Einheit „Masse pro Zeit und Querschnitt" (z.B.: Tonnen/Einw. & Jahr. vgl. Kap. 4.2)
	Input: „Materialflüsse in einen Prozess" („Edukte")
	Output: Materialflüsse aus einem Prozess („Produkte")
	Import: „Materialflüsse in ein System"
	Export: Materialflüsse aus einem System
System *(system)*	„Sammelbezeichnung für eine Menge von Prozessen (einschließlich Lager), die miteinander über Flüsse in Beziehung stehen, und die Abgrenzung nach außen.
Systemgrenze	„Zeitliche und räumliche Abgrenzung des zu untersuchenden

[52] *ÖNORM S 2096*-1, S. 6.

(system boundary)	Systems.“
Transferfunktion *(transfer function)*	„Verteilung eines Inputs an Gütern oder Stoffen innerhalb eines Prozesses auf verschiedene Outputs des Prozesses, wobei eine Lagerveränderung zu berücksichtigen ist.“
Letzte Senke *(final sink)*	„Ort in der Hydro-, Pedo-, Litho-, oder Atmosphäre, an dem die Aufenthaltszeit eines Stoffes mehr als 10.000 Jahre beträgt.“

Table5: Definitions according to the Austrian Norm S 2096 on material flow analysis[53]

Die folgende Abbildung, entnommen aus der ÖNORM S 2096-2, (S. 4) zeigt in der Reihenfolge ihrer Aufarbeitung die wichtigsten Punkte bei der Erstellung einer Stoff- sowie Güter- und Materialflussanalyse.

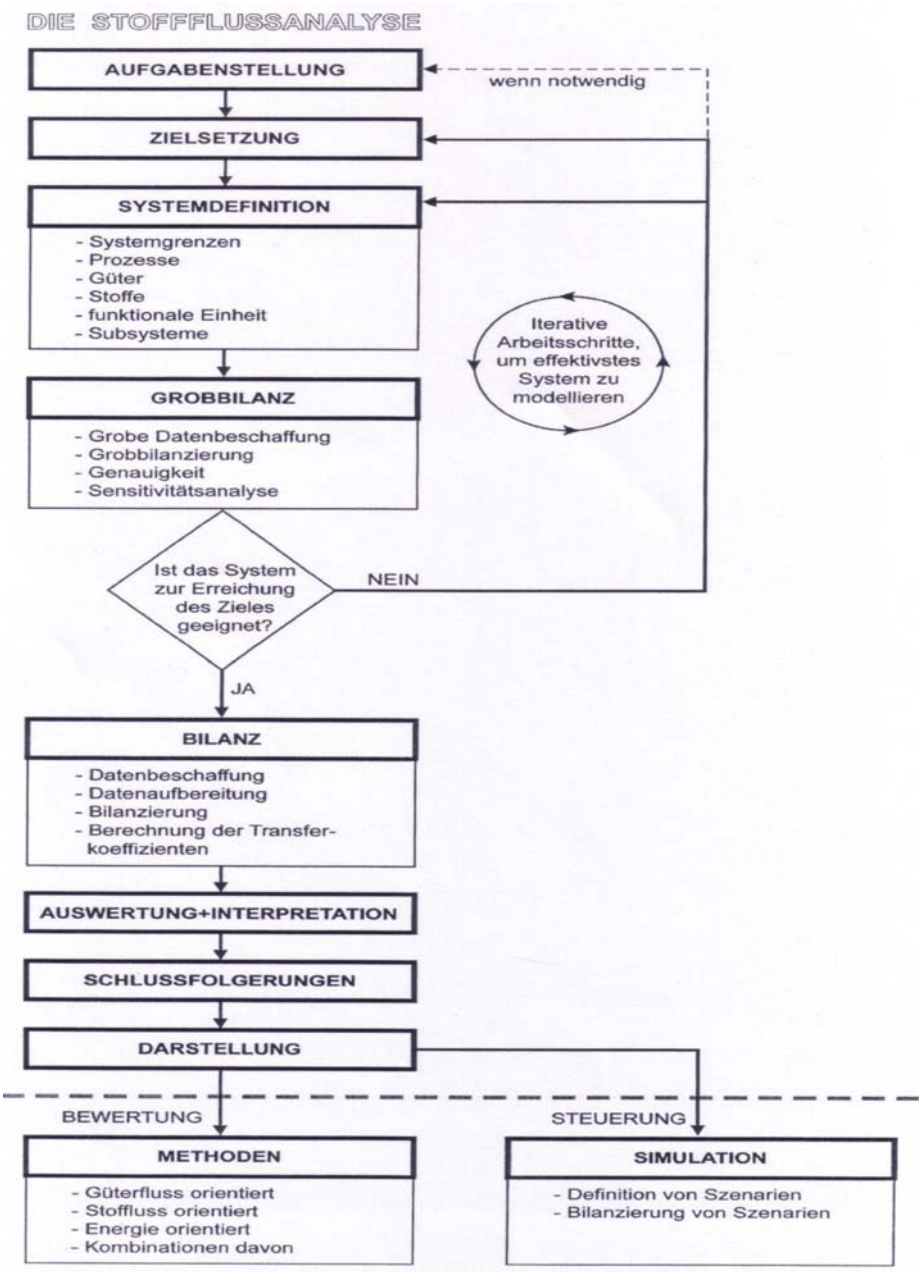


Figure 6: Methode zur Berechnung der Materialflussanalyse[54]

[53] Vgl. *ÖNORM S 2096*-1, S. 3-6.
[54] Vgl. *ÖNORM S 2096*-2, S. 4.

Wie in Abbildung 6 ersichtlich baut sich eine Stoff- bzw. in diesem Fall Materialflussanalyse aus mehreren Arbeitsschritten auf. Diese werden aber meist nicht hintereinander, sondern „vielmehr iterativ“[55] erarbeitet. Aufgabenstellung und Zielsetzung (Kapitel 1 & 2) sowie die Systemdefinition (Kapitel 3) sind bereits abgeschlossen. Das vorliegende Kapitel (Kap. 4.2.ff.) kann der Grobbilanz zugerechnet werden, wenngleich, insbesondere die Datenbeschaffung und zum Teil auch die Datenaufbereitung des darauffolgenden 5. Arbeitsschrittes bereits sehr ausführlich in Kapitel 4.3. und Kapitel 4.4 abgewickelt werden. Die Bilanzierung der Materialflüsse im Wohnbau erfolgt in Kapitel 5, wobei auch die Hochrechnung dieser Ergebnisse auf den restlichen Hochbau und schließlich die Vervollständigung des Materialflusses für die gesamte Bauwirtschaft in OÖ in Kapitel 6, zumindest was die Bilanzierung betrifft, auch Teil dieses 5. Arbeitsschrittes sind. Auswertung und Interpretation der Ergebnisse erfolgt im Kapitel 6.2. Nach einer zusätzlichen Schätzung des zukünftigen BRM- Aufkommens (Kapitel 7.2.1) werden in Kapitel 7 letztlich die quantitativen und qualitativen Behandlungs- und Entsorgungskapazitäten, sowie allgemein damit verbundene ökologische Risiken und mögliche Lösungsansätze (End-of-Pipe- und integrative Strategien) abgehandelt.

4.2. Units

(4.2. Einheiten**)**

Baumaterialien und die daraus entstehenden Baurestmassen (BRM) werden prinzipiell in Kilogramm (kg) oder Tonnen (t), manchmal jedoch auch wie bei Bauschutt in Kubikmeter (m³) angegeben. Wie bereits weiter oben in Kapitel 4.1. erwähnt, werden bei einer Materialflussanalyse die Materialien in einem „zeitlich und räumlich exakt definiertem System“[56] bilanziert, was zur Folge hat, dass die Massen- oder Volumeneinheit der einzelnen Materialflüsse pro Zeiteinheit (normalerweise 1 Jahr) angegeben werden muss. Für die vorliegende MFA wird aus Gründen der Transparenz und Vergleichbarkeit der Zeitfaktor um einen Querschnittsfaktor ergänzt und für sämtliche Werte für Input, Lager und Output die Einheit Tonnen pro

[55] *Brunner, P.H., Daxbeck, H.*: ÖWAV Regelblatt 514, *S.* 15.
[56] *ÖNORM S 2096*-1, S. 5.

Einwohner (1.376.797 Einwohner in OÖ)[57] und Jahr (= Kalenderjahr 2002) **[**t/E.a.**]** verwendet. Basierend auf der letzten Volkszählung im Jahr 2001 wurden auch sämtliche letzten, exakten Erhebungen im Wohnungsbau durchgeführt - insbesondere die darauf aufbauenden Erhebungen über die Wohnbautätigkeit im Jahr 2002, die als wesentliche Datenquelle für den Input dienen (vgl. Kap. 4.3. Datenursprung) - sodass als Bilanzierungsjahr 2002 festgelegt wurde (vgl. Kap. 3.2. Zeitliche Abgrenzung). Mit der Einheit kg/Einw.a. können Daten aus Erhebungen anderer Länder und Nationen auf OÖ umgelegt und dessen Ergebnisse im Anschluss miteinander verglichen werden. Überdies ist damit auch eine grobe Hochrechnung der Ergebnisse (2002') auf das gegenwärtige Bevölkerungs- bzw. BRM- Aufkommen in OÖ möglich.

4.3. Survey of underlying data

(4.3. Erhebungsmethoden und Datenursprung**)**

Im Folgenden sollen die wichtigsten Datenquellen und ihre wesentlichen Erhebungsmethoden vorgestellt werden. Auf die genaue Methodik zur Berechnung des Materialflusses mit diesen Daten wird jedoch erst im nächsten Kapitel (4.4.), getrennt für Input, Lager und Output eingegangen.

Die Ermittlung des Materialflusses im Wohnbau OÖ stützt sich vorrangig auf 2 Quellen. Zum einen das Österreichische Statistische Zentralamt (ÖSTAT) mit seinen detaillierten Erhebungen im Wohnbau basierend auf der letzten Volkszählung im Jahr 2001 und zum anderen auf eine bayrische Studie der Technischen Universität (TU) München >>„Baustoffströme in Bayern"<< aus dem Jahr 2005, in der in Teil 1 die beim Wohnungsneubau durchschnittlich, jährlich anfallenden Bau- und Baureststoffe im Raum Bayern berechnet wurden.

[57] Entsprechend der letzten Volkszählung in Österreich im Jahr 2001 hat Oberösterreich 1.376.797 Einwohner. Wenngleich diese Zahl gegenwärtig nicht mehr exakt stimmt und nach Schätzungen der ÖSTAT basierend auf dem jährlichen Mikrozensus für Oberösterreich am 1.1.2007 die Einwohnerzahl auf 1.405.674 gestiegen sein soll, wird für die Bilanz der MFA trotzdem der Wert von der letzten Volkszählung verwendet, da diese Zahlen die höchste Genauigkeit besitzen. Ferner ist eine Vermischung mit vom Bilanzierungsjahr abweichende Daten weitestgehend zu vermeiden.

Das Österreichische Statistische Zentralamt (ÖSTAT):

Neben allgemeinen, gesamtvolkswirtschaftlichen Daten wie BIP/Einwohner und Bruttowertschöpfung im Bauwesen, sowie Daten über die Bevölkerungsdichte der letzten Jahre haben vor allem die im Zuge der 10-jährigen Volkszählung (2001) durchgeführte Gebäude- und Wohnungszählung (2001), sowie der Bericht zur Wohnbautätigkeit (2002) große Bedeutung. Aus dem Bericht zur Wohnbautätigkeit lassen sich sämtliche 2002 fertiggestellten und bewilligten Wohn- und Nichtwohngebäude, unterteilt nach dessen Gebäudeart- bzw. Gebäudegröße (Bauweise, Anzahl an Wohneinheiten je Gebäude) für Oberösterreich ermitteln. Die 2001 durchgeführte Gebäude- und Wohnungszählung (GWZ) dient zur Ermittlung des Bestandes an bereits fertiggestellten Gebäuden und unterscheidet neben Gebäudeart- bzw. Größe darüber hinaus auch hinsichtlich dessen Bauperiode, wenngleich eine Erhebung dieser Merkmalskombination für Oberösterreich einer Sonderauswertung des ÖSTAT bedurfte. Bezüglich der Bauperiode ist hervorzuheben, dass im Unterschied zu der vor- und vorvorigen GWZ (1991, 1981) nach dieser nicht explizit gefragt wurde und somit lediglich eine mit großen Unsicherheiten und Fehlern behaftete Rekonstruktion bzw. nachträgliche Zuordnung der einzelnen Gebäude(-klassen) zur jeweiligen Bauperiode von der ÖSTAT vorgenommen wurde.

Die Studie „Baustoffströme in Bayern“ (Teil1)[58]

In der ausschließlich für den Wohnungsneubau durchgeführten Stoffstromanalyse wurden anhand von Daten des Baukostenindex (BKI) der Deutschen Architektenkammer, welcher im Unterschied zum Österreichischen BKI nicht nur monetäre Kostendaten für unterschiedliche Gebäude, sondern auch Mengenangaben über die wichtigsten Baumaterialien je Gebäude enthält, der jährlich in den bayrischen Wohnbau fließende Baustoffeinsatz für die wichtigsten Materialien errechnet. Dabei wurde für 16 typische Wohngebäude - „BKI– Objekte“ - (Bauperiode zwischen 1978 und 1999) unterschiedlichster Größe und Bauart[59], die jeweils dazu notwendige Menge an Baumaterialien in kg/m³ Bruttorauminhalt (BRI) ermittelt. Darüber hinaus wurde ferner, ausgehend vom Gebäudebestand der ab

[58] *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Baustoffströme in Bayern…: Teil 2 dieser Studie behandelt im Unterschied zu Teil 1 keine regionale Stoffstromanalyse für Bayern sondern eine Betriebliche am Beispiel des konkreten Bauobjekts „Alter Hof“.

[59] 16 BKI Objekte unterschiedlicher Bauart (Massiv, Mauerwerks- Holz- und Fertigbau) vom Einfamilienhaus bis zur Wohnanlage mit 59 Wohneinheiten.

1978 errichteten Wohngebäude und dessen Anteile an Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser[60], die jährlich durchschnittlich in den Wohnungsneubau gehende Menge an Baumaterialien als „Bautypen gewichteter Mittelwert"[61], wiederum für die dabei wichtigsten Materialien absolut und in kg/Einwohner und Jahr (kg/E.a.) berechnet.

Neben diesen zur Berechnung des Materialinputs im OÖ Wohnbau (genaue Berechnungsmethode siehe Kap. 4.4.1.) wertvollen Daten, wurden überdies von der TU München auch die „verbauten Roh- und Baustoffmengen"[62] des gesamten bayrischen Gebäudebestandes (= Lager), unterteilt in mehrere Bauperioden zurück bis 1900' sowohl absolut als auch in kg/m³ BRI hochgerechnet.

Wenngleich Oberösterreich und Bayern größenmäßig nur schwer zu vergleichen sind – 1.376.797 Einwohner in OÖ (2001') vs. 12.329.714[63] Einwohner in Bayern (2001), so lassen vor allem die volkswirtschaftlichen Daten sowie das sehr ähnliche Verhältnis beim Bestand an Ein-, Zwei und Mehrfamilienhäusern Übereinstimmungen im Wohnbau erkennen. Mit einem BIP von 22.812 €/Einw. 2001'[64] hinkt Oberösterreich zwar gesamtwirtschaftlich Bayern (29.281 €/ Einw. BIP 2001')[65] leicht hinterher, erwirtschaftet dafür aber im Bauwesen mit (1.981 €/Einwohner 2001')[66] sogar mit 48% mehr pro Kopf als in Bayern (1.337 €/Einwohner 2001)[67]. Die Differenz von 48% sind jedoch zu relativieren, zumal durch Oberösterreichs Industrie mit einem Anteil von 30% am BIP in OÖ und 25% an der Gesamtindustrie Österreichs ein zu anderen Bundesländern wohl verhältnismäßig großer Teil der Bruttowertschöpfung im Bauwesen auf den sonstigen Hochbau und Tiefbau entfallen.[68] Insbesondere beim Vergleich des Bestandes an Ein-(EFH), Zwei-(ZFH)

[60] Mehrfamilienhaus ab 3 und mehr Wohneinheiten, inkl. Wohnanlagen, etc.
[61] *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.* Baustoffströme in Bayern…:, Appendix: p. B3.
[62] *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al* Baustoffströme in Bayern…:, S. B9.
[63] Vgl. *Bayrisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie:* Landesentwicklung: Datengrundlagen: Tabelle über Bevölkerung in Bayern jährlich ab 1956.
[64] Berechnungen auf Basis des *ÖSTAT*: Statistisches Jahrbuch 2007: [(31407 Mio € = BIP 2001'in U.A.) / (1376797=Einwohner 2001'in OÖ) =22812 €].
[65] *Bayrisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (Hrsg.)*: Statistische Berichte: Bruttoinlandsprodukt…, S. 6.
[66] Berechnungen auf Basis des *ÖSTAT*: Statistisches Jahrbuch 2007: [(2727Mio € = GDP 2001'of the building industry in U.A.) / (1376797=inhabitants 2001' in U.A.) =1981 €].
[67] Berechnungen auf Basis des *Bayrischen Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung*: Statistische Berichte: Bruttoinlandsprodukt…, S. 8: [(16485 Mio € = BIP 2001 des Bauwesens in Bayern) / (12329714 =Einwohner 2001in Bayern) =1337€].
[68] *WKO:* Industrieland OÖ (2006), Folie 4.

und Mehrfamilienhäusern (MFH) zeigt sich, dass vom gesamten Bauwesen die Sparte Wohnbau in OÖ und Bayern durchaus starke Ähnlichkeit besitzen. In **Bayern** beläuft sich der **Anteil** von **EFH:ZFH:MFH** (gemessen am Gesamtbestand aller Bauperioden) auf **66%:21%:13%**[69] und **in OÖ** (wiederum gemessen am Gesamtbestand aller Bauperioden) mit **68%:22%:10%**[70] auf ein **fast identes Verhältnis**. Dies zeigt, dass die Umlegung der Daten Bayerns auf OÖ sehr gut möglich ist. Genauere Erläuterung zur Datenumlegung und Berechnung für OÖ finden sich im nächstfolgenden Kapitel. 4.4.

Amt der Landesregierung Oberösterreich:

Folgende Abteilungen des Amtes der oberösterreichischen Landesregierung wurden zur Datenbeschaffung konsultiert:

- Die Abteilung Statistik führt unter anderem Erhebungen über die Wohnbaufinanzierung und die Art und Menge der damit subventionierten Wohnbauten sowie Wohnbausanierungen durch, welche einmal jährlich im Wohnbaubericht des Landes OÖ veröffentlicht werden. Wenngleich dabei nur öffentlich finanzierte Leistungen berücksichtigt werden, ist dieser zugleich die einzige Datenquelle zur Berechnung des Sanierungsvolumens in OÖ, da in dem von der ÖSTAT veröffentlichten Bericht über die Wohnbautätigkeit nur neu fertiggestellte Wohneinheiten erfasst werden.

- Der Umweltrechtsabteilung werden von der Baubehörde 1. Instanz Abbruchakten zur Kenntnis übermittelt (nicht lückenlos), wobei der Großteil dieser Akten sich auf Abbruchgenehmigungen (Abbruchbewilligungen und Abbruchanzeigen) des Bauamts der Stadt Linz (Magistrat der Stadt Linz) bezieht. Diese Abbruchgenehmigungen werden gemeinsam mit den selbstständig eingeforderten BRM- Nachweisen an das Zollamt Linz/Wels, dem die Einhebung des ALSAG für ganz OÖ obliegt, weitergeleitet.[71] Eine

[69] *Bayrisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung*: Gebäude- und Wohnungsbestand 2007.
[70] Vgl. *Anhang,* S. 13: Eigene Grafik und Hochrechnung basierend auf einer Sonderauswertung der ÖSTAT vom 6.8.2007.
[71] Von den einzelnen Baubehörden der restlichen OÖ Gemeinden werden auf freiwilliger Basis Abbruchdaten an die Umweltrechtsabteilung des Landes OÖ gemeldet. Sämtliche eingehenden Abbruchmeldungen werden von der Umweltrechtsabteilung an das Zollamt Linz/Wels weitergeleitet, Insbesondere bei Verfüllungstätigkeiten die gem. § 3 (1) Z. 1.c ALSAG prinzipiell auch der Beitragspflicht unterliegen, ist eine flächendeckende Einhebung der Abgaben in OÖ aufgrund der gegenwärtig gültigen Gesetzeslage sehr unwahrscheinlich.

Erhebung und Auswertung dieser Daten wurde zusätzlich zur Berechnung des Output basierend auf ÖSTAT und der Studie der TU München begleitend durchgeführt.

- Die OÖ Umwelt- und Anlagentechnik verfügt über Adressen sämtlicher OÖ Bezirksabfallverbände sowie Daten über die Betreiber von BRM-Aufbereitungs- und Recyclinganlagen und errechnet darüber hinaus auch die jährlichen Übernahmemengen je Abfallgruppe ohne Bodenaushub. Diese Daten sind vor allem zur Hochrechnung der Ergebnisse des Wohnbaus auf das gesamte Bauwesen und die Ermittlung der fehlenden, nicht registrierten Mengen in Kapitel 6.2. notwendig.

Magistrat Linz:

Wie für die übrigen Gemeinden in Oberösterreich der jeweilige Gemeinderat, bildet für die Stadt Linz der Magistrat die Baubehörde 1. Instanz und verwaltet damit auch alle Bau- sowie Abbruchmeldungen auf Linzer Stadtgebiet. Was den Abbruch betrifft; so werden diese vom zuständigen Umwelttechnikcenter an die Umweltrechtsabteilung des Landes weitergegeben.[72]

Sonstige Datenquellen zur Hochrechnung der Materialflüsse im Wohnbau auf das gesamte Bauwesen sowie als Vergleich zu den aktuell vorgenommenen Hochrechnungen:

- Vorrangegangene Studien im Bauwesen zur Ermittlung des Aufkommens an BRM in Oberösterreich: „Güterbilanz der Bauwirtschaft: Baurestmassen in Oberösterreich“ (BRIO 1996); „Verbesserung der Datenlage für ausgewählte BRM in Oberösterreich“ (BRIO-R 1999) – Hochrechnung der jährlichen BRM für die Fraktionen Bauschutt- und Betonabbruch, Baurestholz und Bodenaushub;

[72] Abbruchanzeigen und Abbruchbewilligungen werden jedoch nicht vollständig an das Land OÖ weitergegeben. Ein Vergleich mit den vom Bauamt Linz insgesamt im Jahr 2006 genehmigten Abbruchanzeigen- bzw. Abbruchbewilligungen zeigt, dass gut 1/3, nach Angabe der zuständigen Abteilung kleine, vernachlässigbare Objekte nicht weitergegeben werden, weshalb die von der OÖ Umweltrechtsabteilung für die Stadt Linz registrierten Daten als nicht vollständig gewertet werden können.

- „Bauwesen – Abfallstrategien in der Steiermark: Projekt BASS, Band 2: Baurestmassen in der Steiermark“ (BRIST 2000) – wie BRIO 1996 jedoch für das Bundesland Steiermark;

- „Bauwesen – Abfallstrategien in der Steiermark: Projekt BASS, Band 5: Baurestmassen in der Zukunft“ (BRIZU 2000) – Abschätzung der zukünftig anfallenden BRM und der zunehmenden Bedeutung der Sanierungs- und Umbauvorhaben für das BRM- Aufkommen.

- „Bauwerk Österreich: Management von Baurestmassen nach den Gesichtspunkten der optimalen Ressourcennutzung und des langfristigen Umweltschutzes anhand der Güter- und Stoffbilanz des ‚Bauwerks Österreich’“ – Studie im Auftrag des BMFLUW basierend auf den Erkenntnissen der einzelnen vorrangegangenen Studien.

Trotz dieser Menge an vorangegangenen Studien, hat sich die Wissenslage über das tatsächliche BRM- Aufkommen der ersten Studie gegenüber der letzten nicht wesentlich verbessert, weshalb eine Umlegung der Erkenntnisse aus Bayern bzw. der TU München (siehe Erläuterungen zur Studie „Baustoffströme in Bayern“ weiter oben sowie nächstfolgender Punkt Kap. 4.4.) auf den Raum OÖ einen völlig neuen Zugang zu dessen Erörterung darstellt.

4.4. Method of calculating the material flow in the residential building sector

(4.4. Methodik zur Berechnung des Materialflusses im Wohnbau**)**

Wie bereits erwähnt, können ausgehend von der letzten umfassenden GWZ und dem Bericht des ÖSTAT zur Wohnbautätigkeit, gemeinsam mit den Daten der TU München „Analyse, Bewertung und Management von Roh- und Baustoffströmen in Bayern“[73] der Input, Lager und Output an Baumaterialien im Wohnbau in OÖ ermittelt werden. Neben der arithmetischen Berechnung wird der Materialfluss, wie bereits in der Systemdefinition als grobes Flussbild im Kap. 3.3. skizziert, mittels STAN –

[73] *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Baustoffströme in Bayern.

„Software für Stoffflussanalyse“[74] der TU Wien auch graphisch abgebildet. Da aber insbesondere die als Output im Wohnbau anfallenden BRM hinsichtlich des Verbleibs in der Abfallwirtschaft nicht losgelöst vom restlichen Hoch- und Tiefbau betrachtet werden können (Unterscheidung der Deponien und Aufbereitungsanlagen nach Art aber nicht nach Herkunft des Materials), ist zur weiteren Verfolgung des Entsorgungs- und Wiederverwertungsweges, das berechnete BRM- Aufkommen aus dem Wohnbau mit jenem aus dem sonstigen Hoch- und Tiefbau zu aggregieren (Methodik zur Hochrechung bzw. Schätzung vgl. Kap. 4.5.), sodass entsprechend der Abbildung 4/5 auf Seite 24/25, für die wichtigsten Fraktionen ein Materialflussbild erstellt, und Schlussfolgerungen über die quantitativen und qualitativen Entsorgungs- und Behandlungskapazitäten für BRM gezogen werden können. Genau berechnet wird jedoch alleinig der Materialfluss im Wohnbau mittels folgender Methodik:

4.4.1. Method of calculating the Input

(4.4.1. Methodik zur Berechnung des Inputs im Wohnbau**)**

Wie auch für Lager und Output müssen zur Berechnung des Inputs die bayrischen Daten über die 16 „BKI Objekte“[75] (vgl. Erläuterungen zur Studie der TU München über die Baustoffströme in Bayern weiter oben – Kap. 4.3.) auf OÖ umgelegt werden. Von der TU München wurden diese 16 Wohnobjekte in 3 Größenklassen (Einfamilien- Zweifamilien- und Mehrfamilienhaus) geteilt. Für die 2002 in OÖ fertiggestellten Wohngebäude gibt das ÖSTAT diesbezüglich eine noch genauere Untergliederung, jedoch scheint die Einteilung in diese 3 Klassen als ausreichend, zumal ähnlich dem Bayrischen Wohnbau auch in OÖ - gemessen am Gesamtbaubestand aller errichteten Wohngebäude - Ein- und Zweifamilienhäuser 90% aller Bauten ausmachen (87% in Bayern – vgl. Kap. 4.3.).

Folgende Abbildung entnommen aus dem Anhang dieser bayrischen Studie zeigt die Masse an verbauten Roh-/Baustoffen für jedes der 16 Objekte, sowie dessen Mittelwert für ein Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhaus, als auch basierend auf dem

[74] *TU Wien, Fachbereich Abfallwirtschaft und Ressourcenmanagement*: STAN – Software für Stoffflussanalyse.
[75] *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Baustoffströme in Bayern…, S. B3.

Bestand an Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäusern in Bayern deren bautypengegewichteten Mittelwert.

Baustoffe/ Materialien	Mit Anteilen der Bautypen gewichteter Mittelwert	Mittelwert Einfamilienhaus (EFH)	Nur ein Zweifamilienhaus (ZFH) 6100-037	Mittelwert Mehrfamilienhaus (MFH)	EFH 6100-080	EFH 6100-138	EFH 6100-445	EFH 6100-075	EFH 6100-259
BRI [m³]	**2.624**	1.099	3.175	9.475	1.217	922	893	1.022	1.442
	[kg/m³ BRI]								
Beton	**252,57**	191,81	411,99	303,53	208,35	178,39	258,45	125,19	188,69
Mauerziegel	**141,46**	154,75	118,52	111,01	273,74	142,38	68,39	158,09	131,18
Fliesen, Ziegel, Keramik	**13,31**	14,95	11,24	8,30	3,76	5,99	7,27	40,82	16,90
Holz	**15,34**	15,15	20,38	8,20	5,62	7,78	13,01	37,81	11,53
Glas	**1,08**	1,13	0,98	1,02	0,96	0,85	1,15	1,40	1,28
Kunststoff	**0,17**	0,19	0,00	0,35	0,01	0,00	0,03	0,00	0,92
Kohlenteerhaltige Bitumengemische	**0,56**	0,47	1,16	0,06	0,00	0,00	1,06	1,28	0,00
Aluminium	**0,00**	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eisen/Stahl	**8,45**	7,09	12,43	8,90	11,67	9,33	9,46	2,57	2,43
gemischte Metalle	**0,12**	0,17	0,00	0,09	0,50	0,00	0,36	0,00	0,00
Dämmmaterial	**4,61**	5,29	2,24	4,98	1,62	2,31	5,58	13,40	3,56
Baustoffe auf Gipsbasis	**5,48**	4,26	0,00	20,52	0,00	0,00	0,00	0,00	21,29
Sonst. Material.	**0,01**	0,02	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum. Baustoffe	**443,18**	**395,28**	**578,94**	**466,99**	**506,32**	**347,05**	**364,74**	**380,56**	**377,76**
Verfüllung	**299,40**	216,34	567,48	288,04	204,23	64,40	327,52	172,54	313,01

Baustoffe/ Materialien	MFH 6100-254	MFH 6100-213	MFH 6100-401	MFH 6100-293	MFH 6100-061	MFH 6100-058	MFH 6100-070	MFH 6100-089	MFH 6100-077	MFH 6200-015
BRI [m³]	1.552	2.685	1.689	1.549	21.479	21.960	24.479	6.347	8.018	4.996
	[kg/m³ BRI]									
Beton	202,74	213,01	257,34	519,66	315,58	377,51	378,53	181,11	245,71	344,15
Mauerziegel	159,56	133,77	119,33	120,34	58,43	82,74	148,57	92,51	72,18	122,70
Fliesen, Ziegel, Keramik	18,11	1,11	2,61	2,16	12,95	19,86	16,54	2,07	2,09	5,55
Holz	3,91	4,56	6,37	9,41	10,74	14,77	2,68	5,51	19,34	5,70
Glas	1,37	1,02	0,94	0,81	0,57	0,92	1,33	1,28	1,00	0,92
Kunststoff	1,00	0,50	0,48	0,33	0,40	0,23	0,13	0,00	0,00	0,46
Kohlenteerhaltige Bitumengemische	0,00	0,00	0,39	0,10	0,06	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Aluminium	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,04
Eisen/Stahl	4,23	4,88	13,06	13,56	12,85	8,42	6,66	7,29	6,15	11,86
Gemischte Metalle	0,11	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,19
Dämmmaterial	7,07	8,96	8,51	8,81	2,78	0,00	3,16	3,90	4,49	2,10
Baustoffe auf Gipsbasis	46,71	14,63	1,15	16,03	20,04	33,62	33,79	7,20	21,66	10,39
Sonst. Material.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Sum. Baustoffe	**444,82**	**382,62**	**410,18**	**691,22**	**434,39**	**538,08**	**591,52**	**301,38**	**371,66**	**504,05**
Verfüllung	345,63	64,75	234,08	742,70	212,67	288,30	219,55	299,78	115,12	357,83

Table 6: BKI- Objekte entnommen aus „Baustoffströme in Bayern" – Anhang B3[76]

Wohnneubauten:

Wie in der Abbildung ersichtlich wird der Baumaterialieneinsatz in kg/m³ Bruttorauminhalt (BRI) angegeben. Da diese Einheit von der ÖSTAT nicht erhoben

[76] *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Baustoffströme in Bayern…, S. B3.

wird, muss zuerst für jede Größenklasse (Ein- Zwei- Mehrfamilienhaus) das verbaute Volumen der 2002 in OÖ fertiggestellten Wohngebäude ermittelt werden.

Hierfür ist die Zahl an Fertigstellungen (fertiggestellte Gebäude mit Wohnungen) in Oberösterreich im letzten Bericht des ÖSTAT über die Wohnbautätigkeit (2002) heranzuziehen[77]. Neben der Untergliederung nach Wohneinheiten werden vom ÖSTAT auch die m² Nutzfläche der einzelnen Wohneinheiten sowie die Anzahl an Hauptgeschossen je Gebäude erfasst. Trotzdem kann als Größenkriterium nur die Anzahl an Wohneinheiten zur Untergliederung verwendet werden, da diesbezüglich eben auch für die 16 BKI- Objekte eine Unterscheidung erfolgte.[78] Darüber hinaus differenziert das ÖSTAT auch bezüglich der Bauweise der Außenmauern, woraus eindeutig hervorgeht, dass der Ziegelbau nach wie vor beim Wohnbau in OÖ dominiert.[79] Wenngleich auch in Bayern der Mauerwerksbau gemeinsam mit dem Betonbau beim Wohnungsneubau dominiert, so können die Klassifizierungen der ÖSTAT nicht mit den in der Studie der TU München angegebenen Bauweisen über die 16 „BKI Objekte“[80] (vgl. Angaben zur Bayrischen Studie weiter oben – Kap. 4.3.) verglichen werden, zumal die von der TU München dazu vorgenommene Unterscheidung zu allgemein ausgefallen ist.[81] Folgende Tabelle zeigt die Summe an Fertigstellungen im Wohn- und Nichtwohnbau aus dem 2002.

Fertiggestellte Gebäude in OÖ im Jahr 2002							
Insgesamt	Einfamilienhaus	Zweifamilienhaus	Mehrfamilienhaus *mit… Wohnungen (W.)*				*Nichtwohngebäude*
			3-5 W.	6-10 W.	11-20 W.	≥ 21 W.	
			56	74	45	11	
2867	2475	157	186				*49*

Table 7: Fertigstellungen im Wohnbau OÖ 2002[82]

[77] Bericht für ganz Österreich jedoch mit Differenzierung bis auf Gemeindeebene für jedes Bundesland.
[78] Zwar sind auch Angaben über die Nutzfläche der 16 BKI- Objekte eruierbar, jedoch beziehen sich die in der ÖSTAT ausgewiesenen m²-Angaben nur auf die einzelnen Wohneinheiten und nicht auf die einzelnen Gebäude.
[79] Vgl. *ÖSTAT*: Bericht über die Wohnbautätigkeit…, S. 56: Spalte OÖ.
[80] *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Baustoffströme in Bayern…,S. B3.
[81] Vgl. *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*, Appendix: p. B3 (Unterscheidung nur zwischen Massivbau, Mauerwerksbau, Holzbau und Fertigbau) und *Austrian Central Statistical Office*: Bericht über Wohnbautätigkeit (2002) p. 56, Spalte OÖ (Bauweise der Außenmauern: Ziegel, Leichtbausteine, Beton- od. Ziegelfertigteile, Betonmauerwerk, Holzfertigteil / Blockbau, sonstige Bauweise).
[82] Eigens erstellte Tabelle anhand der Daten der ÖSTAT (vgl. *ÖSTAT*: Bericht zur Wohnbautätigkeit 2002, S. 48, Spalte OÖ).

Indem nun der als Mittelwert für jede Größenklasse angegebene BRI (vgl. Tabelle 6) mit der jeweiligen Zahl an fertiggestellten Ein- Zwei- und Mehrfamilienhäuser (Tabelle 7) multipliziert wird, erhält man für alle 3 Gebäudeklassen das verbaute Volumen, dessen Summe das Gesamtvolumen (m³) aller 2002 in OÖ fertiggestellten Wohngebäude entspricht. Aus den Angaben über die verbauten Roh-/Baustoffe in kg/m³ kann nun wiederum durch Multiplikation dieser errechneten m³ Σ BRI für jede Gebäudeklasse mit jedem Roh-/Baustoff, der Gesamtmaterialeinsatz in den Wohnneubau errechnet werden. Mittels Division dieser Absolutwerte je Bau-/Rohstoff durch die Einwohnerzahl in OÖ[83] erhält man die für den Wohnneubau verbauten Materialien in kg/Einwohner (E.) und Jahr (a.). Die TU München hat auch für Bayern den Materialinput für den Wohnneubau in kg/E.a. ermittelt.[84] Aufgrund des ähnlichen Verhältnisses von Ein-, zu Zwei und Mehrfamilienhäusern in Bayern und OÖ sollten die für OÖ errechneten Werte (in kg/E.a.) daher nicht allzu sehr von den bayrischen abweichen.

Adaptierungen

Bautätigkeiten im Zuge von Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten sowie Um-, Auf- und Zubauten gewinnen zukünftig immer mehr an Bedeutung und machen bereits gegenwärtig einen beträchtlichen Teil des Materialinputs in den Wohnbau aus. Insbesondere in Ballungsgebieten wie Linz wird trotz allgemein rückläufiger Bautätigkeit in OÖ seit 1997[85] aufgrund der begrenzten Baufläche und dem steigenden Trend zu Singlehaushalten[86] der zukünftige Wohnbedarf[87] ohne erhöhtem Adaptierungsaufwand an bestehenden Gebäuden nicht zu decken sein. Trotz zunehmender Bedeutung der Adaptierungen (Summe aus sämtlichen Um-, Auf-, Zubauten, sowie Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten) im Wohnbau, sind bis jetzt sämtliche Versuche vorrangegangener Studien diese Bautätigkeiten hinsichtlich des Inputs an Baumaterialien exakt zu bestimmen gescheitert.[88]

Nach Auskunft von *Hr. Vollmann vom Wohnungswesen, ÖSTAT (Telefonat am 28.8.2007)* ist die im Wohnbautätigkeitsbericht (2002) als Gesamtsumme „Ein- oder Zweifamilienhwohnhaus“ publizierte Zahl von 2636 Gebäuden um 4 Gebäude zu hoch bemessen. Der Anteil an Einfamilienhäuser beträgt 2475 und jener der Zweifamilienhäuser 157 Gebäude.

[83] Entsprechend der letzten Volkszählung 2001: 1.376.797 Einwohner in OÖ

[84] Vgl. *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*Baustoffströme in Bayern, S. B6.

[85] Vgl. *Austrian Central Statistical Office*: Bericht über Wohnbautätigkeit S 13.

[86] Vgl. *Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.)*: OÖ Wohnbaubericht 2005, S 9.

[87] Vgl. *ÖSTAT*: Gebäude- und Wohnungszählung 1991: Wohnbedarfsprognose, Anhang S. 144.

[88] Vgl. Glenck*, E., Lahner, T.V. et al*: BRIO…, BRIO-R…, BRIST…, und *GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen, Lahner, T.V.*: Bauwerk Österreich.

Für OÖ gibt der jährlich vom Land OÖ veröffentlichte Wohnbaubericht zwar Auskunft über die Summe an subventionierten Sanierungen im Jahr 2002'. Da darin aber nicht alle, sondern lediglich als Gesamtzahl die subventionierten Sanierungen gemeinsam mit den monetären Daten (Höhe der Förderungen) erfasst werden, ist eine umfassende Schlussfolgerung alleine für sämtliche Instandhaltungs- und Sanierungsleistungen nicht möglich. Wie bei den meisten Abbrüchen, fällt auch bei Adaptierungen in der Regel keine „Bodenverdrängung"[89] statt, sodass es durch diese Bautätigkeiten kaum zu Verfüllungen und damit auch nicht zum Anfall von Boden- bzw. Aushubmaterial kommt. Der weitaus größere Teil an Adaptierungsleistungen fällt jedoch durch Um- Auf und Zubauten an, welcher „nach Erfahrung höchstens eine Zehnerpotenz höher liegt als der Input für Sanierungsleistungen".[90]

Auch die vom ÖSTAT dazu erfassten Daten lassen darüber kaum Schlussfolgerungen zu. So werden im aktuellen Bericht über die Wohnbautätigkeit (2002) Adaptierungen in Form von Auf-, Zu- und Umbauten nur erfasst, wenn damit auch neuer Wohnraum geschaffen wurde[91], wobei sich diese Angaben wiederum nur auf die einzelnen Wohneinheiten, nicht aber auf die Gebäude beziehen. Adaptierungen an bestehenden Gebäuden (Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten) wurden hingegen im Zuge der Gebäude- und Wohnungszählung (2001), jedoch nur als nachträgliche bauliche Maßnahmen für Wohngebäude mit Fertigstellung vor 1991 erfasst.[92] Da diese Angaben nicht ausreichen um den Materialinput für getätigte Adaptierungen im Wohnbau vollständig zu erfassen, sowie mangels sonstiger Angaben in Literatur bzw. vergangener Studien, kann dieser nur als Prozentsatz des Inputs für den Wohnungsneubau anhand früherer, allerdings diesbezüglich ebenso mit Unsicherheit behafteter Schätzungen, hochgerechnet werden. Sowohl in der Studie BRIO für OÖ (1996) als auch in jener für die Steiermark – BRIST (2000) wurde versucht den Materialinput für Adaptierungen zu schätzen. Da diese Werte jedoch mittlerweile für OÖ 11 Jahre und

[89] *Glenck, E., Lahner, T.V. et al,* BRIST…,S. 64.
[90] *Ebenda*, S. 65.
[91] Auskunft von Hr. Vollmann – zuständiger Bediensteter des ÖSTAT für das Wohnungswesen, (z.B.: Dachgeschossausbau)
[92] Vgl. *ÖSTAT*: Gebäude- und Wohnungszählung 2001: Hauptergebnisse OÖ, S. 22, Übersicht 14, (Nach Angaben in der GWZ rangieren hierbei die Erneuerung von Fenstern als Sanierungsmaßnahme an erste Stelle. Zu den weiteren wichtigsten Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten zählen Dachneudeckung, Anschluss an das Kanalnetz, Erneuerung einer Zentralheizung, Fassadenerneuerung mit Wärmedämmung, sowie Wasser- und Sanitärinstallationen.).

für die Steiermark über 7 Jahre zurückliegen, und überdies beide mit enormen Bandbreiten von weit über 100% behaftet sind, wird zur Hochrechnung auf OÖ dessen Mittelwert mit 60, 375% herangezogen.[93]

4.4.2. Method of calculating the Stock

(4.4.2. Methodik zur Berechnung des Lagers im Wohnbau**)**

Zur Berechnung des Lagers (Bestand an Wohngebäuden bzw. Gebäude mit Wohnraumnutzung)[94] dient eine Sonderauswertung der ÖSTAT basierend auf der letzten Gebäude- und Wohnungszählung (2001), die den Bestand an sogenannten ‚Wohn'- Gebäuden (Wohn- und Nutzgebäude mit mindestens einer Wohnung = Wohneinheit darin) unterschiedlicher Größe (Ein-, Zwei-, Mehrfamilienhäuser) und unterschiedlicher Bauperiode zeigt. Im Unterschied zum Input (Fertigstellungen und Adaptierungen 2002') ist zur Ermittlung des Lagers das Jahr 2001 heranzuziehen (Bestand an Wohnbauten Ende 2001 bzw. am 1.1.2002), sodass der Input 2002' als Lagerzunahme dem Bestand von Ende 2001 dazuaddiert werden kann.

Gebäude nach Merkmalen: 'Wohungsanzahl im Gebäude' & 'Bauperiode' (GWZ 2001)					
Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	1 Wohnung ~Einfam.Haus	2 Wohnungen ~Zweifam.Haus	≥ 3 Wohnungen ~Mehrfam.Haus	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	7337	33111	11955	5280	57683
1919 bis 1944	2277	13397	4220	4221	24115
1945 bis 1960	4042	26935	10232	4554	45763
1961 bis 1980	9354	63104	28749	8801	110008
1981 bis 1990	4704	36969	9583	3545	54801
1991od.später(-01')	870	23094	2500	2075	28539
nicht rekonstr.(?)	6751	19677	1557	3432	31417
∑ Bauperioden	35335	216287	68796	31908	352326

Table 8: Gebäudebestand nach GWZ 2001 mit Untergliederung nach (Wohn-)Gebäudeklasse und Bauperiode[95]

[93] Vgl. Glenck, *E., Lahner, T.V. et al*: BRIO…, BRIST…: In der Studie BRIO wurde der Masseninput in den Wohnneubau mit 1,8 Mio. t/a. (p. 64) und der Input für Adaptierungen im Wohnbau mit 1,4 Mio./t.a. (~ 77,77% vom Wohnneubau) (p. 67) angegeben. In der Studie BRIST wurde als Masseninput für den Wohnneubau 1,4 Mio./t.a. errechnet (p. 59) gegenüber 0,6 Mio./t.a. als Minimum für Adaptierungen im Wohnbau (p. 65), was einem Anteil von nur 42,86% entspricht. Errechneter Mittelwert beider Prozentsätze ergibt 60,375% des Inputs für den Wohnneubau als Masseninput für Adaptierungen.

[94] Auch landwirtschaftliche Betriebe (Bauernhof) oder andere Geschäftsgebäude werden sofern sich darin Wohnräume befinden zum Bestand an ‚Wohn'- Gebäude berücksichtigt.

[95] Selbsterstellte Tabelle basierend auf Daten der Gebäude- und Wohnungszählung (vgl. *ÖSTAT*: Gebäude- und Wohnungszählung 2001).

Wie jedoch schon in Kap. 4.3. erwähnt, wurde 2001 bei der GWZ die Bauperiode nicht erfragt, weshalb die einzelnen Gebäudeklassen nur nachträglich den jeweiligen Bauperioden zugeordnet werden konnten. Die große Menge an Gebäuden, dessen Bauperiode nicht eruierbar ist (vgl. letzte weiße Zeile in obiger Tabelle) zeugt von nachträglichen Zuordnungsproblemen hierbei. Dass diese Zuordnung mit großen Fehlern behaftet ist, zeigt jedoch letztlich auch eine Gegenüberstellung dieser Werte mit dem in der GWZ aus dem Jahr 1991 erfassten Gebäudebestand. Ein Vergleich dieser Werte mit der GWZ aus dem Jahr 1991 ergibt zwar erwartungsgemäß insgesamt eine Abnahme des Gebäudebestandes je Bauperiode (Gebäudefertigstellungen vor 1991), jedoch bezogen auf einzelne Gebäudeklassen, teilweise eine Zunahme, welche theoretisch wie praktisch nicht möglich ist. [96] Zwar wurde in der vor- und vorvorigen GWZ (1981 & 1991) die Bauperiode bei der Befragung miterhoben, doch ist auch eine Gegenüberstellung dieser Werte teilweise mit Fehlern behaftet. [97]

Folglich kann wie in der nächsten Tabelle ersichtlich, der Bestand im OÖ Wohnbau nur absolut ermittelt werden, sodass zwar nach der Bauperiode, nicht aber nach der Gebäudeklasse (Ein-, Zwei- & Mehrfamilienhaus) differenziert wird.

[96] Der Bestand an Gebäuden die vor 1990 errichtet worden sind (Ermittlung infolge der GWZ 1991) kann sich 10 Jahre später (GWZ 2001) nicht vergrößert, sondern durch Abbrüche, etc. lediglich verringert haben. Zwar zeigt die Gegenüberstellung des Gebäudebestandes – GWZ 2001 & GWZ 1991 – ohne Unterscheidung der Gebäudeklassen insgesamt für alle Gebäude mit Fertigstellung vor 1991 eine Abnahme, jedoch weisen manche Gebäudeklassen früherer Bauperioden eine Zunahme auf die definitiv nicht möglich sein kann. Was die GWZ 2001 betrifft, so führt Fr. *Mahidi*, zuständig für die GWZ in der ÖSTAT, diese Unterschiede infolge der 2001 nicht durchgeführten Bauperiodenerhebung auf Zuordnungsprobleme zurück. (vgl. Mail von *Mahidi* – zuständig für die GWZ, ÖSTAT - am 20.8.2007)

[97] Wenngleich in der vor- und vorvorigen GWZ (1991 & 1981) die Bauperiode bei der Befragung miterhoben wurde, ergeben sich auch hier ähnliche Ungenauigkeiten. Laut Fr. Mahidi ist es somit auch denkbar, dass infolge von Zu- und Umbauten gewisse 1981 noch als Einfamilienhäuser erfasste Objekte 1991 als Zwei-, oder Mehrfamilienhäuser gewertet wurden und folglich eine Gegenüberstellung des Bestandes an Gebäuden früherer Bauperioden zwar insgesamt zu einer Abnahme, bezogen auf bestimmte Gebäudeklassen aber zu einer Zunahme führt. (vgl. Mail von *Mahidi* – zuständig für GWZ, ÖSTAT - am 21.8.2007)

Gebäude nach Merkmalen: 'Gebäude mit Wohnungen' & 'Bauperiode' (GWZ 2001 - W.Geb mit ≠rek.Bauper. um 15% bereiniqt)			
Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	Σ Gebäude mit Wohnungen (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser)	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	7337	50346	57683
1919 bis 1944	2277	21838	24115
1945 bis 1960	4042	41721	45763
1961 bis 1980	9354	100654	110008
1981 bis 1990 (+ 15% aller nicht rekonstr.~91'-01')	4704	53797	58501
1991od.später(-01') + (85% aller nicht rekonstr.~91'-01')	7621	**48635**	56256
∑ Bauperioden	35335	316991	352326

N.ÖSTAT:**50097** W.Geb. mit B.Periode zw. 81'&90' **+ 15%** aller W.Geb. deren B.Per. Nicht rek.
(0,15*24666=**3699,9**) =

N. ÖSTAT: **27669** Wohngebäude mit Bauperiode zw. 91'&00(o1)' **+ 85%** aller Wohngbäude deren Bauperiode nicht rekonstrouierbar
(24666*0,85=**20966**,1) =

Table 9: Gebäudebestand nach GWZ 2001[98]

Was die Menge an Gebäuden mit nicht rekonstruierbarer Bauperiode betrifft, so kann nach Auskunft der ÖSTAT (Sektion GWZ) ein Großteil dieser Summe der Bauperiode ‚1991 oder später' zugeschrieben werden[99]. Infolge dessen wurde in Absprache mit dem OÖ Landesamt für Statistik 85% dieses, hinsichtlich der Bauperiode, nicht rekonstruierbaren Baubestandes dem Fertigstellungszeitraum ‚1991 oder später' und die verbleibenden 15% der vorletzten Bauperiode ‚1981 – 1990' zugerechnet. Der Grund für eine derart vorgenommene Zuordnung des nicht rekonstruierbaren Bestandes wird insbesondere bei der, für die Berechnung des Outputs (Abrissmassen) notwendigen Gegenüberstellung des obigen (nach GWZ 2001) erfassten Gebäudebestandes mit den, im Zuge der vorvorigen GWZ (1991) ermittelten Bestandsdaten, deutlich. (vgl. ausführliche Erläuterungen hierzu in Kapitel 4.4.3. ‚Method of Calculating the Output' so wie die Tabellen15 und 16 im folgenden).

Trotz der Aggregation bezüglich des Merkmales ‚Wohnungsanzahl im Gebäude' (vgl. Tabelle 7 und Tabelle 8), kann aufgrund eines sehr ähnlichen Verhältnisses zwischen dem Bestand an Ein- : Zwei- : Mehrfamilienhäusern in Bayern und in OÖ (vgl. folgende Abbildung) das Lager an verbauten Baumaterialien durchaus plausibel ermittelt werden, auch wenn nur die Gesamtzahl an Wohnbauten herangezogen wird.

[98] Selbsterstellte Tabelle basierend auf Daten der GWZ: (vgl. *ÖSTAT*: Gebäude- und Wohnungszählung 2001).
[99] Mail von Fr. *Mahidi* – zuständig für GWZ, ÖSTAT – am 20.8.2007.

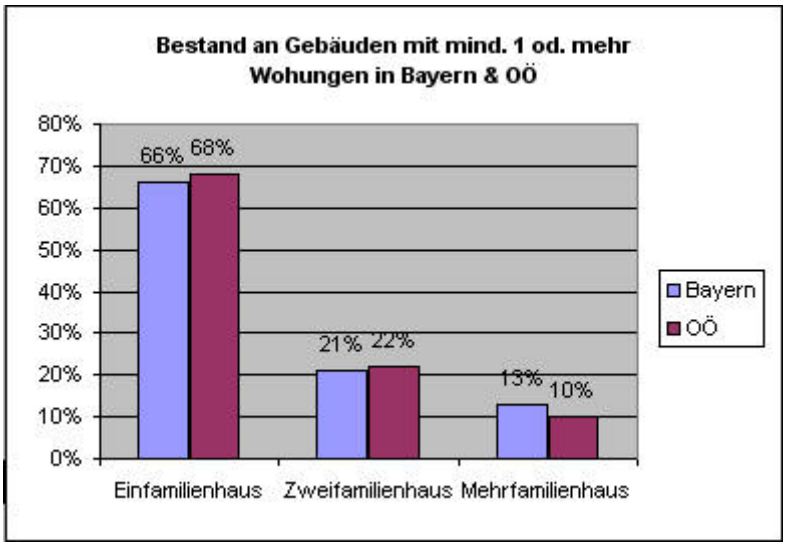


Figure 7: Gebäudebestand Ein-, Zwei-, Mehrfamilienhäuser in Bayern und OÖ[100]

Da in der Studie „Baustoffströme in Bayern" der TU München für die Bauperioden vor 1978 weder für die einzelnen Gebäudeklassen, noch für alle Wohnbauten insgesamt der bautypengewichtete BRI angegeben wird, lässt sich im Unterschied zur Berechnung im Input die Menge an verbauten Baumaterialien im Lager (=Bestand sämtlicher Gebäude aller Bauperioden) nicht über den Bruttorauminhalt (BRI) ermitteln. Dafür werden von der TU München getrennt für jede Bauperiode der Bestand an bayrischen Wohngebäuden und analog dazu die verbaute Menge an Baumaterialien in Millionen Tonnen (sämtlicher Wohnbauten je Baumaterial und je Bauperiode) angegeben (vgl. folgende Tabelle entnommen aus dem Anhang dieser bayrischen Studie).

[100] Eigene Grafik erstellt basierend auf Daten der Bayrischen Statistik und ÖSTAT (vgl. *Bayrisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (Hrsg.)*: Gebäude- und Wohnungsbestand 2007; *ÖSTAT*: Gebäude- und Wohnungszählung 2001).

Epochen BAYLFSTAD	1900-1918			1919-1948			
Epochen nach KLOFT	1871-1918			1919-1945			
Gebäudeanzahl	112.071			258.164			
Baustoffe und Materialien *	[%]	[kg/m³ BRI]	[Mio. t]	[%]	[kg/m³ BRI]	[Mio. t]	
Lehm	11,11	49,24	6,63	4,76	21,10	6,54	
mineralisch	65,08	288,42	38,83	57,93	256,73	79,62	
Beton	12,70	56,28	7,58	34,92	154,76	47,99	
organisch	9,52	42,19	5,68	1,59	7,05	2,19	
anorganisch (Glas etc.)	1,59	3,52	0,47	0,80	1,77	0,55	
anorganisch (Stahl etc.)		3,52	0,47		1,77	0,55	
Dämmstoffe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Summe Baustoffe und Materialien	100	443,18	59,67	100	443,18	137,44	
Epochen BAYLFSTAD	**1949-1957**			**1958-1968**			
Epochen nach KLOFT	1946-1955			1956-1970			
Gebäudeanzahl	315.152			529.133			
Baustoffe und Materialien *	[%]	[kg/m³ BRI]	[Mio. t]	[%]	[kg/m³ BRI]	[Mio. t]	
Lehm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
mineralisch	48,40	214,50	81,21	56,34	249,68	158,71	
Beton	49,21	218,09	82,57	41,27	182,90	116,26	
organisch	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
anorganisch (Glas etc.)	1,59	1,17	0,44	1,59	1,17	0,75	
anorganisch (Stahl etc.)		5,87	2,22		5,87	3,73	
Dämmstoffe	0,80	3,55	1,34	0,80	3,55	2,25	
Summe Baustoffe und Materialien	100	443,18	167,78	100	443,18	281,70	
Epochen BAYLFSTAD	**1969-1978**			**BKI**			**1900-2003**
Epochen nach KLOFT	1971-1998			1978-(1999-)2003			
Gebäudeanzahl	489.527			859.322			2.563.368
Baustoffe und Materialien *	[%]	[kg/m³ BRI]	[Mio. t]	[%]	[kg/m³ BRI]	[Mio. t]	[Mio. t]
Lehm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,17
mineralisch	44,45	196,99	115,84	36,16	160,24	165,42	639,63
Beton	48,41	214,54	126,16	56,99	252,57	260,74	641,30
organisch	2,38	10,55	6,20	3,46	15,34	15,84	29,91
anorganisch (Glas etc.)	1,59	1,17	0,69	0,28	1,26	1,30	4,20
anorganisch (Stahl etc.)		5,87	3,45	1,94	8,58	8,85	19,27
Dämmstoffe	3,17	14,05	8,26	1,17	5,17	5,34	17,20
Summe Baustoffe und Materialien	100	443,18	260,62	100	443,16	457,48	1.364,70

Table 10: „Verbaute Mengen an Baustoffen in Bayern im Zeitraum von 1900 bis 2003" – entnommen aus „Baustoffströme in Bayern" – Anhang B5[101]

Wie ersichtlich wird für jede Bauperiode, einschließlich der letzten (1978-1999/2003) die Gebäudeanzahl und die verbauten Baumaterialien als Gesamtsumme in Millionen Tonnen (jeweils dritte, rechte Spalte) hervorgehoben. Mittels einer einfachen Division der jeweils verbauten Gesamtmenge je Baumaterial (in der jeweiligen Periode) durch die Zahl an Wohngebäuden (in der gleichen Periode) kann **für ein bayrisches Wohngebäude** der **jeweiligen Bauperiode** die durchschnittlich **verbaute Menge an Baumaterialien** ermittelt werden. Wenngleich hier nicht zwischen den einzelnen Gebäudeklassen differenziert wird, so hat die vorige Gegenüberstellung hinsichtlich des Verhältnisses beim Bestand an Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser (Abbildung

[101] Vgl. *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Baustoffströme in Bayern…, S. B5.

7) gezeigt, dass in Bayern und OÖ dieses Verhältnis nahezu ident ist. Folglich können die für ein bayrisches Wohngebäude der jeweiligen Bauperiode errechneten Mengen an verbauten Baumaterialien auch als **bautypengewichteter Mittelwert eines Wohngebäudes in OÖ** interpretiert werden. Durch eine simple Multiplikation des Gebäudebestandes im OÖ Wohnbau (vgl. Tabelle 9, S. 46) mit diesen für den Bayrischen (= ~ OÖ) Wohnbau berechneten Mittelwerten, lässt sich für jede Periode der Bestand an verbauten Baumaterialien in OÖ hochrechnen.

Da die von der TU München vorgenommene Einteilung in Bauperioden leicht von jener des ÖSTAT abweicht (vgl. Bauperioden in Tabelle 8 für OÖ und Tabelle 9 für Bayern) wird wie folgt augregiert:

Bauperioden der Studie „Baustoffströme in Bayern“	Bauperioden nach ÖSTAT
1900-1918	vor 1919
1919-1948	1919-1944
1949-1957	1945-1960
1958-1968	1961-1980
1969-1978	
1978-(1999)-2003	*1981-1990, 1991 oder später bzw. nicht rekonstruierbar*

Table11: Vergleich Bauperioden nach Klassifizierung in „Baustoffströme in Bayern“ und ÖSTAT

Wie auch im Input wird zusätzlich zur Angabe der Absolutwerte in kg bzw. Tonnen insgesamt auch die ‚pro Kopf’ Menge je Baumaterial (mittels Division durch die Einwohnerzahl in OÖ = kg bzw. t/E.a.) ermittelt, die schließlich wieder mit den für Bayern angegebenen ‚pro Kopf’ Werten verglichen werden können.[102]

[102] Vgl. *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Baustoffströme in Bayern…, S. B14: (Die Tabelle 3.1. der bayrischen Studie gibt für die einzelnen Bauperioden und die wichtigsten Baumaterialien die Summe an verbauten Tonnen gesamt an. Durch Division dieser Werte mit der Einwohnerzahl in Bayern lassen sich die ‚pro Kopf’ Werte in kg bzw. t/E.a. errechnen und damit mit jenen für OÖ vergleichen.).

4.4.3. Method of calculating the Output

(4.4.3. Methodik zur Berechnung des Outputs im Wohnbau**)**

Analog zur Berechnung des Materialinputs in den Wohnbau muss bei der Ermittlung der Baurestmassen beim Output zwischen BRM des Wohnneubaus, BRM durch Adaptierungen, sowie BRM die durch Abbrüche[103] anfallen, unterschieden werden.

Wohnneubau

Zur Berechnung des BRM- Aufkommens im Wohnneubau dient abermals die Studie „Baustoffströme“ in Bayern, in der erstmalig auch die beim Neubau anfallenden BRM hochgerechnet wurden. Folgende Grafik zeigt wieder die aus der Studie „Baustoffströme in Bayern“ dazu entnommene Tabelle mit dem in kg/m³ BRI angegeben Abfallaufkommen je BRM- Fraktion.

Bauabfälle	Mittelwert gewichtet nach Bau-typen EFH, ZFH, MFH	Mittel-wert EFH	Mittel-wert ZFH 6100-037	Mittel-wert MFH	Bauobjekte der BKI (EFH)				
					6100-075	6100-080	6100-138	6100-259	6100-445
BRI [m³]	2.624	1.099	3.175	9.475	1.022	1.217	922	1.442	893
	[kg/m³ BRI]								
Sonstiges	0,47	0,45	0,51	0,51	0,39	0,46	0,46	0,52	0,44
Verpackungen	3,90	3,68	4,40	4,24	2,87	3,98	3,96	3,79	3,80
Metalle	0,12	0,11	0,13	0,13	0,10	0,11	0,11	0,13	0,11
Mineralfasern	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
Gips	0,08	0,07	0,13	0,10	0,00	0,11	0,11	0,00	0,11
Holz behandelt	0,17	0,16	0,18	0,18	0,13	0,16	0,16	0,18	0,16
Holz unbehandelt	0,58	0,56	0,61	0,62	0,50	0,55	0,55	0,66	0,53
Bauschutt	8,29	7,93	9,03	8,92	6,70	8,17	8,13	8,84	7,80
Summe	13,65	13,00	15,02	14,73	10,73	13,60	13,52	14,16	12,98
Aushub	856,73	733,13	1.317,35	740,11	1.385,51	473,89	443,33	516,49	846,46

Bauabfälle	Bauobjekte der BKI (MFH)									
	6100-058	6100-061	6100-070	6100-077	6100-089	6100-213	6100-254	6100-293	6100-401	6200-015
BRI [m³]	21.960	21.479	24.479	8.018	6.347	2.685	1.552	1.549	1.689	4.996
	[kg/m³ BRI]									
Sonstiges	0,47	0,35	0,47	0,40	0,87	0,40	0,65	0,55	0,46	0,42
Verpackungen	4,10	2,59	4,07	3,49	7,55	2,92	4,77	4,79	3,99	4,15
Metalle	0,12	0,09	0,12	0,10	0,21	0,10	0,17	0,14	0,11	0,10
Mineralfasern	0,04	0,03	0,04	0,04	0,08	0,03	0,05	0,05	0,04	0,04
Gips	0,12	0,00	0,12	0,10	0,22	0,00	0,00	0,14	0,11	0,20
Holz behandelt	0,17	0,12	0,17	0,14	0,31	0,14	0,22	0,20	0,16	0,16
Holz unbehandelt	0,57	0,45	0,56	0,48	1,05	0,51	0,84	0,66	0,55	0,48
Bauschutt	8,41	6,03	8,36	7,16	15,50	6,80	11,13	9,83	8,19	7,77
Summe	13,99	9,66	13,90	11,91	25,79	10,89	17,84	16,36	13,62	13,32
Aushub	893,04	297,02	1.120,14	1.178,66	549,51	739,34	600,97	647,71	597,60	777,15

Table12: „Auswertung der BKI- Bauobjekte der Baujahre 1978-1999“ bezüglich des beim Neubau zu erwartenden BRM- Aufkommens, entnommen aus „Baustoffströme in Bayern“ – Anhang B7 [104]

[103] Abbrüche umfasst hier die Summe an Abbrüchen und kontrollierten Rückbauten, bei dem die Vorsortierung und Trennung vor dem eigentlichem Abriss viel umfangreicher ausfällt.
[104] Vgl. *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Baustoffströme in Bayern…, S. B7.

Die Umlegung dieser Daten auf OÖ erfolgt mittels der selbigen Methodik wie bereits für den Input erläutert, sodass durch Multiplikation des bereits im Input errechneten Σ BRI (m³) je Gebäudeklasse (Ein-, Zwei- und Familienhäuser) der 2002 fertiggestellten Wohngebäude mit den jeweiligen Angaben über die dabei anfallenden Bauabfälle (BRM) in kg/m³ der einzelnen Gebäudeklassen (vgl. obige Tabelle 11), der Gesamtoutput je BRM- Fraktion aus dem Wohnneubau ermittelt werden kann. Durch Division der Werte mit den Einwohnerzahlen in OÖ erhält man letztlich wieder die ‚pro Kopf' Werte in kg/E.a. welche mit jenen für Bayern verglichen werden können.[105]

Adaptierungen:

Dank Hochrechnungen über den Baurestmassenanfall aus Adaptierungen (gesamter Hochbau) in der vom Bund in Auftrag gegebenen Studie „Bauwerk Österreich" (2003)[106] in kg/E.a. für Österreich, können die ‚pro Kopf' Ergebnisse auch auf OÖ umgelegt werden.[107] Da sich die Tabelle jedoch auf den gesamten Hochbau bezieht sind die einzelnen Werte nach unten hin zu relativieren, sodass nicht durch die ‚pro Kopf' Werte an sich, sondern durch deren Verhältnis – Adaptierung zu Abbruch – je BRM- Fraktion das BRM Aufkommen in Folge von Adaptierungen im Wohnbau errechnet werden kann.

Baurestmassenanfall aus Abbrüchen			
Baurestmassenfraktion	Tg/a	Gew.- %	kg/E.a
min. Bauschutt	0.65	43.7%	80.3
Betonabbruch	0.31	20.9%	38.4
min. Bauschutt u. Betonabbruch vermischt	0.43	28.8%	52.9
Asphaltaufbruch	0.03	2.3%	4.2
Holz	0.05	3.5%	6.4
Metall	0.01	0.8%	1.6
Kunststoffbauteile	0.00	0.0%	0.0
Summe	**1.49**	**100%**	**183.7**
Baurestmassenanfall aus Adaptierungen			
Baurestmassenfraktion	Tg/a	Gew.- %	kg/E.a
min. Bauschutt	0.21	51.7%	26.2
Betonabbruch	0.13	31.2%	15.8
min. Bauschutt u. Betonabbruch vermischt	0.02	3.7%	1.9
Asphaltaufbruch	0.01	1.8%	0.9
Holz	0.04	10.8%	5.5
Metall	0.00	0.2%	0.1
Kunststoffbauteile	0.00	0.6%	0.3
Summe	**0.41**	**100%**	**50.7**

Table13: Baurestmassenanfall aus Abbrüchen vs. Baurestmassenanfall aus Adaptierungen[108]

[105] Zum Vergleich mit den bayrischen ‚pro Kopf' Werten in kg/E.a. vergleich *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Baustoffströme in Bayern…, S. 17.
[106] *GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen, Lahner, T.V.*: Bauwerk Österreich: S. 45.
[107] Da die Hochrechnungen des „Bauwerk Österreich" im Wesentlichen auf den vorangegangenen Studien für OÖ (BRIO) und für die Steiermark (BRIST) basieren, können dieses Daten durchwegs auf OÖ umgelegt werden.
[108] Entnommen aus: *GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen, Lahner, T.V.*: Bauwerk Österreich, S. 45.

Anteil Adaptierung gemessen in % von Abbruch	
Baurestmassenfraktionen	**%** vom Abbruch
Min. Bauschutt	32,75
Betonabbruch	41,14
Min. Bauschutt & Betonabbruch	3,59
Asphaltaufbruch	21,43
Holz	85,94
Metall	6,25
Kunststoffbauteile	*0,3kg/E.a*
Summe	27,60

Table14: Anteil je Baurestmassenfraktion für Adaptierungen von Abbrüchen

Die nächste Tabelle gibt dieses Verhältnis für jede einzelne Fraktion in Prozent wieder, sodass die Ergebnisse im Abbruch (siehe nächster Punkt) einfach auf jenen Anteil durch eine simple Prozentrechnung reduziert werden müssen.

Abbrüche

Wenn infolge des Gebäudeabganges durch Gegenüberstellung der GWZ bzw. des Gebäudebestandes 2001 und 1991 auf das Abbruchvolumen gefolgert wird, so führen diese Hochrechnungen „zu einer geringfügigen Überschätzung der berechneten Baurestmassen“[109] da vom ÖSTAT neben abgerissenen Gebäuden auch brachliegende, „langjährig verfallene Objekte“[110] miteinbezogen werden, welche zum Erhebungsstichtag noch nicht abgerissen und folglich auch noch keine Baurestmassen verbuchen.

Zur Ermittlung der anteilsmäßig größten Menge an BRM wird der erfasste Bestand an Wohngebäuden in der letzten Gebäude- und Wohnungszählung (2001), dem Bestand aus der Gebäude- und Wohnungszählung (1991) gegenübergestellt, wobei neben unterschiedlicher Gebäudeklasse (Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhaus) auch wieder nach der Bauperiode differenziert wird. Ähnlich der Ermittlung des Gebäudelagers, wird nun die Bestandsveränderung an Wohngebäuden in den

[109] *Glenck, E., Lahner, T.V .e.al,* BRIZU…, S. 46.
[110] *Ebenda.*

einzelnen Bauperioden ermittelt, wobei sich der Bestand an Gebäuden vor 1991 nur verringert haben kann. Wie bereits im Kapitel 4.3. und Kapitel 4.4.1. aufgezeigt, kann hier nur die absolute Abnahme des Bestandes an Wohngebäuden je Bauperiode, aber ohne Differenzierung zwischen den einzelnen Gebäudeklassen (Ein-, Zwei- & Mehrfamilienhäuser) berechnet werden, da hierfür das Zahlenmaterial des ÖSTAT (GWZ 2001 und GWZ 1991) zu große Ungenauigkeiten beinhaltet. Bezüglich der nach 1990 errichteten Gebäude wird - (ausgehend von einer mittleren Bestandsdauer von ca. 100 Jahren)[111] - die Annahme getroffen, dass diese im Bilanzjahr 2002 noch nicht abgerissen wurden.

Wie schon beim Lager muss auch für die Abbrüche kein Bruttorauminhalt (BRI) ermittelt werden. Stattdessen können bereits die im Zuge der Lagerberechnung ermittelten **bautypengewichteten Mittelwerte (verbaute Menge je Baumaterial) eines Wohngebäudes der jeweiligen Bauperiode** verwendet werden, welche letztlich nur mehr mit dem jeweiligen Gebäudeabgang in der entsprechenden Bauperiode (vgl. Tabelle 15 mittlere Spalte) zu multiplizieren sowie zu Zehnteln sind (durch 10 dividieren da sich der Gebäudeabgang mittels Gegenüberstellung - Δ GWZ91' & GWZ01' – auf eine Periode von 10 Jahren bezieht), sodass man als Ergebnis für jede Bauperiode die Summe an anfallenden Bauabfällen bzw. Baurestmassen infolge von Abbruchtätigkeiten in Kilogramm bzw. Tonnen pro Jahr (kg bzw. t/a.) erhält.

Folgende Tabelle zeigt den aus der Gegenüberstellung des Gebäudebestandes nach GWZ 1991 und GWZ 2001 errechneten Abgang je Bauperiode (die ‚1991 od. später' errichteten Gebäude verzeichnen 2001 natürlich ausschließlich einen Anstieg). Die in türkis gehaltene Zeile (Bauperiode 1981 bis 1990) wurde um einen halben Prozentpunkt nach unten korrigiert, da bei der GWZ 2001 sämtliche Fertigstellungen zwischen 1.1.1991 und 15.5.1991' noch der Periode 1981-1990 zugerechnet wurden, womit der Rückgang der Einheiten der Bauperiode 1981-1990 beim Vergleichung der GWZ 1991 und 2001 um fast ein halbes Jahr (~1/20 bzw. 0,5% Punkte) zu hoch bemessen war.

[111] *Glenck, E., Lahner, T.V. u.a.,* BRIZU…,S. 5/6: Die Bestandsdauer der Bauwerke variiert in Abhängigkeit ihrer Bauperiode. Nach der Studie BRIZU (Baurestmassen in Zukunft) weisen Bauwerke in der Periode zwischen 1945 und 1980 mit Ø 75 Jahren die niedrigste Bestandsdauer auf, Gebäude ab dem Jahr 1981 wird eine Ø Bestandsdauer von 100 Jahren zugeschrieben, was die rückläufige Zuwachsrate bei Neubauten unterstreicht.

Bestandsveränderung: Differnez GWZ 2001 (≠ bereinigt) vs. GWZ 1991 für 'Σ an Gebäuden mit Wohnungen' (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser) & 'Bauperiode'

Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	Σ Gebäude mit Wohnungen (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser)	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)	Wohnbau GWZ 01'(≠ bereingt) vs.GWZ 91'
vor 1919	432	-4152	-3720	-7,62%
1919 bis 1944	-10	-1133	-1143	-4,93%
1945 bis 1960	80	-1603	-1523	-3,70%
1961 bis 1980	-204	-2243	-2447	-2,18%
1981 bis 1990	*-1002,25*	*-5312,4*	*-6314,65*	**-9,54%**
*1991od.später(-01') + (**100%** aller nicht rek. W.Geb.~91'-01')*	7621	52335	59956	

Zur Bauperiode 1981-1990 wurden alle Fertigstellungen zw. 1.1.91'&15.5.91' noch der Periode 1981-1990 zugeschlagen, womit der Rückgang der Einheiten der Bauperiode 1981-1990 beim Vergl. der Zählungen 1991&2001 um fast ein halbes Jahr (~1/20) zu hoch bemessen ist => Die 10,04% müssen um 1/20 ~ 0,5% Punkte nach unten korrigeirt werden => ~ **-9,5%**

Table15: Bestandsveränderung GWZ 2001 (nicht bereinigt) und GWZ 1991

Trotz dieser Datenkorrektur von rund -10% auf ca. -9,5% nach unten, ist nach Einschätzung der Statistikabteilung des Landes OÖ der Rückgang bzw. Abbruch von mehr als 6000 Gebäuden mit Fertigstellungsbaujahr zwischen 1981 und 1990 weit zu hochgegriffen. Dies würde bedeuten dass, berechnet für das Basisjahr 2002 (bzw. Ende 2001), 41,69% aller Abbrüche (von allen Bauperioden insgesamt) Gebäude mit einer Nutzungsdauer von höchstens 20 Jahren darstellen (Bauperiode zwischen 1981-1990 und Abbruch zwischen 1991 und 2001). Ein Vergleich der von der ÖSTAT im Zuge der GWZ 2001 registrierten, bzw. bezüglich der Bauperiode rekonstruierten Zahl an Wohngebäuden mit Bauperiode zwischen 1991 und 2000(1) mit den von der Landesstatistik OÖ erfassten Gebäudefertigstellungen zwischen 1991 und 2000 zeigt, dass der von der ÖSTAT ausgewiesene Bestand für die Bauperiode 1991-2000 mit 27669 Wohngebäuden weit unter der, vom Land OÖ durch jährliche Erhebungen auf Gemeindeebene, ermittelten Zahl an Fertigstellungen im Wohnbau (39479 fertiggestellte Wohngebäude sowie andere Gebäude mit mind. 1 Wohneinheit – z.B. Bauernhäuser, etc. zwischen 1991 & 2000) liegt. Folglich wird seitens der ÖSTAT darauf hingewiesen, dass der Großteil der Wohngebäude, deren Bauperiode nicht rekonstruierbar ist (Σ 24666 Wohngebäude mit fraglicher Bauperiode), diesem Zeitraum zuzuordnen sei. Eine 100% Zurechnung dieser Summe der letzten Bauperiode wie in Tabelle 15 ist jedoch unrealistisch bzw. führt zu verfälschten Ergebnissen, zumal einige Gebäude mit nicht rekonstruierbarer Bauperiode sicherlich vor 1991 errichteten wurden und nicht pauschal der

Bauperiode „nach 1991“ subsummiert werden können. Einige der nicht rekonstruierbaren Gebäude müssen offensichtlich der Bauperiode 1981-1990 zugehören, da ein Abgang von über 5000 Wohngebäuden mit einer Nutzungsdauer von weniger als 20 Jahren, bzw. fast 10% aller in dieser Bauperiode errichteten Wohnbauten, bei einer durchschnittlich angenommenen Nutzungsdauer von ≥ 50 Jahren im Wohnbau nicht realistisch ist. Addiert man anstelle der vollen 100% aller Wohnbauten mit nicht rekonstruierbarer Bauperiode nur 85% zu den Fertigstellungen „ab 1991“ und die verbleibenden 15% zur Bauperiode 1981-1990, so verringert sich der Bestand an Wohnbauten mit Bauperiode nach 1991 und vergrößert sich analog dazu der Anteil an Wohnbauten, welche zwischen 81’ & 90’ errichtet wurden. Dies führt dazu, dass der Abgang bzw. Abriss an Gebäuden mit einer Nutzungsdauer von weniger als 20 Jahren (zwischen 10 & 20 Jahren – da Wohnbauten mit < 10 Jahren Nutzungsdauer kein Abriss unterstellt wird) sich von *9,5%* (vgl. Tabelle 15) auf *3,2%* reduziert (vgl. Tabelle 16). Dies ist zwar nach wie vor ein äußerst hoher Wert für den Abgang bzw. Abriss einer derart jungen Bausubstanz und kann angesichts der gängigen Nutzungsdauer von Wohnbauten nur als obere Schranke angesehen werden. Dennoch zeigt ein Vergleich mit der Gegenüberstellung der GWZ Daten für den OÖ Wohnbau der Jahre 1981 und 1991 (- hier wurden die Bauperioden bei der Befragung miterhoben und nicht im Nachhinein rekonstruiert wie 2001 -), dass auch hierbei die dazumal letzte Bauperiode, wo ein Abgang als Differenz ermittelt werden konnte – (Bauperiode 1961 – 1980) sich dessen Bestand zwar etwas weniger, aber dennoch verringert hatte. Auch die Veränderung der restlichen Bauperiode weist ähnliche Werte auf (vgl. Anhang A.6.) womit die nach obigem Schema korrigierten Bestandswerte und der daraus errechnete Gebäudeabgang durchaus als plausibel angenommen werden können.

Folgende Tabelle zeigt die dahingehend korrigierten Abbruchzahlen für OÖ, wobei die Gesamtzahl an Abbrüchen der ersten 4 Bauperiode mit jener in Tabelle 15 übereinstimmen, die Abbruchzahlen der Bauperiode 81’-90’ aber nach unten divergiert wurden und somit auch die Gesamtzahl an Abbrüchen etwas geringer ausfällt.

Bestandsveränderung: Differnez GWZ 2001 (bereinigt) vs. GWZ 1991 für 'Σ an Gebäuden mit Wohnungen' (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser) & 'Bauperiode'

Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	Σ Gebäude mit Wohnungen (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser)	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)	%ΣAbgang v. Wohnbau GWZ 01'(bereingt) vs.GWZ 91'
vor 1919	432	-4152	-3720	-7,62%
1919 bis 1944	-10	-1133	-1143	-4,93%
1945 bis 1960	80	-1603	-1523	-3,70%
1961 bis 1980	-204	-2243	-2447	-2,18%
1981 bis 1990 (+ **15%** aller nicht rek.W.Geb.)	-1002,25	-1797,4	-2799,65	**-3,23%**
1991od.später(-01') + (**85%** aller nicht rek. W.Geb.~91'-01')	7621	48635	56256	

*Wenngleich die **-3,23%** Abgang des Bestandes an Wohngebäuden mit Bauperiode 81'bis 90' nur eine grobe Schätzung sind und nachwievor aufgrund des jungen Alters dieser Bausubstanz höchstens eine obere Schranke für das Abrissvolumen dieser Bauperiode darstellen, so zeigt ein Vgl. mit der Gegenüberstellung des Bestandes an Wohngebäuden der GWZ 81' mit d. GWZ 91', dass sich hierbei der Bestand der dazumals letzten Bauperiode 61'bis80' mit -2,16% zwar etwas weniger, aber dennoch verringert hatte. Zudem sind auch beim Vgl. GWZ 81' & GWZ 91' mit -18,44% die größten Abgänge beim ältesten Baubestand (vor 1919) zu verzeichnen [-7,62% (vor 1919) beim Vgl. GWZ 91' & GWZ 01']. Somit können die hier für 2001 berechneten Gebäudeabgänge im Wohnbau durchaus als plausibel angesehen*

Neben der Korrektur um 0,5% Punkte wie schon in voriger Tabelle (Tab.15) ist der Abgang dieser Bauperiode gegenüber jenem Wert in Tab.15 aufgrund des erhöhten Bestandes (Zurechnung von 15% aller W.Geb mit ≠rek.Bau.Per.) deutlich niedriger.

Table16: Bestandsveränderung GWZ 2001 (bereinigt) und GWZ 1991 nach Datenkorrektur gemeinsam mit Abt. Statistik vom Land OÖ

Von Bedeutung für den Wohnbau ist nur die mittlere Spalte (Σ Gebäude mit Wohnungen). Die Bestandsveränderung beim sonstigen Hochbau (0 Wohnungen) wird außer Acht gelassen.

Durch Kumulieren der Ergebnisse je Bauperiode und anschließender Division durch die Einwohnerzahl in OÖ können die Mengen abermals für jede Fraktion in kg je Einwohner und Jahr (kg/E.a.) umgerechnet werden.

4.5. Method of projecting the results of residential building for the material flow in the entire building industry of Upper Austria

(4.5. Methode zur Hochrechnung der Ergebnisse aus dem Wohnbau auf den Materialfluss in der gesamten OÖ Bauwirtschaft**)**

Die bisher im Kapitel 4, (insbesondere Kap. 4.4.) beschriebene Methodik zur Berechnung des Materialflusses im OÖ Wohnbau hat den weiteren Entsorgungs- und/oder Recyclingweg bzw. den endgültigen Verbleib dieses Materials noch weitgehend ausgeklammert. Um nun den Konnex mit dem System der

Abfallwirtschaft herzustellen, ist es wichtig noch mal hervorzuheben, dass dies nur mit Einbezug des gesamten Bauwesens möglich ist. Dazu müssen neben dem Wohnbau auch der sonstige Hochbau und Tiefbau und die daraus anfallenden Abfallmassen zumindest grob ergänzt werden um die Bauabfälle bzw. Baurestmassen des gesamten OÖ Bauwesens dem Verbleib in der OÖ Abfallwirtschaft, welche zwar nach Art der Materialien, nicht aber nach dessen Herkunft (Wohn-, sonstiger Hoch- oder. Tiefbau) unterscheidet, gegenüberstellen zu können. Diese Umlegung der Ergebnisse des Wohnbaus auf den sonstigen Hochbau sowie die zusätzliche Berücksichtigung des Tiefbaus aufgrund von vorangegangen Studien (v.a. BRIO 96') und anderen Literaturquellen erfolgt, im Anschluss an Kapitel 5 (= Güterbilanz für den OÖ Wohnbau), in Kapitel 6.1.

4.5.1. Remaining Building Engineering

(4.5.1. Sonstiger Hochbau**)**

Was den sonstigen Hochbau betrifft, so werden **outputseitig** die Ergebnisse des Wohnbaus, der ohne Bodenaushub 63,3% aller BRM, bzw. gemessen am Bodenaushub 53,5% des gesamten Hochbaus ausmacht (vgl. Berechnungen im Anhang A.4. auf Basis der Ergebnisse BRIO 96' und BRIO-R 99') einfach prozentuell mit einem **Einheitsprozentsatz von 59,55766%**[112] **für jede Fraktion außer Bodenaushub (= 86,95083%)**[113] hochgerechnet.

Input- und lagerseitig werden zur Umlegung der Ergebnisse des Wohnbaus auf den sonstigen Hochbau ebenfalls Einheitsprozentsätze basierend auf den Werten der BRIO- Studie aus dem Jahr 1996 verwendet. Aus dem Vergleich der BRIO- Werte für den Wohnbau und sonstigen Hochbau ergibt sich für den **Neubau** inputseitig im sonstigen Hochbau ein Prozentsatz (**fiktiver Anteil sonstiger Hochbau am**

[112] BRM (ohne Bodenaushub): 63,3% = Anteil Wohnbau am gesamten Hochbau, =>37,7% = Anteil sonstiger Hochbau am gesamten Hochbau, => 37,7/63,3 = 59,55766% = (fiktiver) Anteil sonstiger Hochbau am Wohnbau.

[113] Bodenaushub: 53,49% => Anteil Wohnbau am gesamten Hochbau, =>46,51% = Anteil sonstiger Hochbau am gesamten Hochbau, => 46,51/53,49 = 86,95083% = (fiktiver) Anteil sonstiger Hochbau am Wohnbau.

Wohnbau) von **83,33%**[114] und für **Adaptierungen** inputseitig **100%**[115], da diese nach Angaben der Autoren als gleichwertig angenommen wurden. Was das **Lager** betrifft, so ergibt sich aus dem Vergleich Wohn- zu sonstigem Hochbau ein **fiktiver Anteil des sonstigen Hochbaus am Wohnbau** von **76,47%**.[116]

In der letzten und gleichzeitig ersten vollständigen Studie über das BRM-Aufkommen in OÖ (BRIO 1996') wurde der Materialfluss für das gesamte Bauwesen zwar getrennt nach Gütergruppen (verschiedene Materialien), Bautätigkeiten (Neubau, Adaptierung, Abbruch), sowie nach Bausparten (Wohnbau, sonstiger Hoch- und Tiefbau) berechnet. Jedoch wurde - *neben einer nur äußerst groben Unterteilung in die wichtigsten Materialien (u.a. ohne Metalle, Kunststoffbauteile, Glas, etc.) bei der Ermittlung nach Gütergruppen* -, bei der Ermittlung nach Bausparten (Wohnbau, sonstiger Hoch- und Tiefbau) abgesehen vom Bodenaushub nur das Gesamtaufkommen an BRM als eine einzige Summe ohne Differenzierung hinsichtlich dessen Zusammensetzung aus den unterschiedlichen Fraktionen ermittelt. Infolge dessen ist der Anteil des Wohnbaus gemessen am gesamten Hochbau nicht getrennt für die einzelnen Fraktionen sondern nur als Absolutanteil verfügbar.

Natürlich unterscheidet sich die Bauweise des sonstigen Hochbaus vom Wohnbau und beinhaltet eine einheitliche Hochrechung von Input, Lager und Output des restlichen Hochbaus mit jeweils einem Einheitsprozentsatz insbesondere für gewisse Materialien wie Glas und Beton, sowie Metalle und Plastik, welche damals (BRIO 96') gar nicht erhoben wurde und dessen Anteil sicher nicht exakt jenem vom Wohnbau entspricht, eine gewisse Ungenauigkeit. Doch würde eine Berechnung des sonstigen Hochbaus ähnlich jener im Wohnbau den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

Um dennoch den unterschiedlichen Fraktionen bei der Umlegung der Daten des Wohnbaus auf den sonstigen Hochbau Rechnung tragen zu können, wurde

[114] Vgl. Ergebnisse der BRIO Studie (1996), S. 69/70: Gesamtinput OÖ Wohnbau, Sparte Neubau = 1,8 Mio t/a. und Gesamtinput OÖ sonstiger Hochbau, Sparte Neubau = 1,5 Mio t/a. => 1,5/1,8 = 83,33333%.

[115] Vgl. *Glenck, E., Lahner, T.V. u.a.,* BRIZU…,S. 69/70: Gesamtinput OÖ Wohnbau, Sparte Adaptierungen = 1,4 Mio t/a. und Gesamtinput OÖ sonstiger Hochbau, Sparte Adaptierungen = 1,4 Mio t/a. => 1,5/1,4 = 100%.

[116] Vgl. *ebenda*, S. 90: Gesamtlager OÖ Wohnbau = 85 t/E.a. und Gesamtlager OÖ sonstiger Hochbau = 65 Mio t/a. => 65/85 = 76,47059%.

zumindest für **Linz outputseitig** versucht, durch Auswertung sämtlicher Abbruchakten, - (vornehmlich Abbruchgenehmigungen inklusive der von den Abbruchunternehmen übermittelten BRM- Nachweisformulare, welche bei der Umweltrechtsabteilung des Landes OÖ aufliegen) -, neben der theoretischen Berechnung des BRM- Aufkommens auch reale Werte als Vergleichswert einzubeziehen. Die Auswertung bezieht sich nur auf das Linzer Stadtgebiet, da in den einzelnen Gemeinden der Bürgermeister als 1. Bauinstanz zur Erteilung von Abbruchbewilligungen bzw. Untersagung/Nichtuntersagung von Abbruchanzeigen zuständig ist und dahingehend keine gesetzliche Verpflichtung per se existiert, diese Bewilligungen/Anzeigen dem Amt der OÖ Landesregierung vorzulegen. Folglich gibt es für ganz OÖ keine zentralen Aufzeichnungen.[117] Nach § 17 (1) AWG (gilt nicht für Private) - *welcher für Besitzer nicht gefährlicher Abfälle zwar eine Aufzeichnungspflicht, aber nur auf Verlangen der Behörde auch gleichzeitig eine Offenlegungspflicht, nicht jedoch eine automatische, unaufgeforderte Nachweispflicht der Aufzeichnungen des Abfallbesitzers der Behörde gegenüber vorsieht* -, sind zwar schriftliche Aufzeichnungen von Abfallbesitzern zu führen, mangels zentraler Datenerfassung ist aber eine vollständige Ermittlung aller im OÖ Hochbau bzw. im gesamten Bauwesen jährlich anfallenden BRM gegenwärtig dennoch unmöglich. Dazu müsste die Behörde sämtliche OÖ Bauunternehmen konsultieren und von ihrem Einsichtsrecht in die Abfallaufzeichnungen der einzelnen Bau- und Abbruchunternehmen Gebrauch nehmen.

Die OÖ Umweltrechtsabteilung, welche die Abbruchgenehmigungen der einzelnen Bauherrn vorrangig für das Linzer Stadtgebiet[118], vom Magistrat Linz übermittelt bekommt, sendet diese samt Begleitschreiben an das Zollamt Linz/Wels, dem die Einhebung der ALSAG Beiträge der Abbruchwerber mit Sitz in OÖ unterliegt. Aus der ALSAG Beitragspflicht erwächst gleichzeitig indirekt eine Nachweis- bzw. Offenlegungspflicht[119] für die Abbruchwerber hinsichtlich Art, Menge, Herkunft und Verbleib der von ihnen umgesetzten BRM. Da nach erteilter Abbruchgenehmigung der Bauherr bis zu 3 Jahre für den Abbruch (mit vorhergehendem selektiven

[117] Vom Amt der OÖ Landesregierung bzw. der Umweltrechtsabteilung werden nur jene Mengen erfasst, welche von der Baubehörde 1. Instanz zur Kenntnis übermittelt werden.

[118] Vereinzelt senden auch die übrigen Gemeinden Abbruchgenehmigungen an die Umweltrechtsabteilung des Landes OÖ. Jedoch besteht keine Pflicht.

[119] Die einzelnen Abbruchwerber bzw. Abbruchunternehmen müssen nach gegenwärtiger Gesetzeslage nur auf ausdrückliches Verlangen der Behörde dieser Offenlegungspflicht nachkommen. (vgl. Aufzeichnungspflichten aus § 17 *AWG 2002* und § 8 *ALSAG*).

Rückbau) Zeit hat[120], existierten am Stichtag der Auswertung (19.7.2007) für das Kalenderjahr 2006 nur ca. 50% der BRM- Nachweise, weshalb die verbleibenden 50% hochgerechnet/geschätzt werden mussten (vgl. Anhang A.8) und die in folgender Tabelle hochgerechneten Ergebnisse für die einzelnen Fraktionen nur Richtwerte mit großer Ungenauigkeit insbesondere bezogen auf ganz OÖ darstellen.

Die Ungenauigkeit für ganz OÖ ergibt sich u.a. daraus, dass vorrangig nur Abbruchakten vom Raum Linz erfasst wurden und eine Umlegung auf ganz OÖ hinsichtlich des ungleichen Anteils an Industrie- und Wohnbauten in Linz und den restlichen Gemeinden leicht zu verfälschten Werten führen kann.

Darüber hinaus repräsentieren untere Werte (Tabelle 17) nur das **BRM- Aufkommen infolge von Abbruchaktivitäten**. Jene BRM welche in Zuge von **Adaptierungs-, sowie Neubautätigkeiten** anfallen, sind hierbei **nicht mitberücksichtigt**. In Anbetracht dessen, dass Fraktionen wie Kunststoffe, Flachglas, oder Dämmstoffe großteils nicht aus Abbrüchen, sondern aus Adaptierungstätigkeiten anfallen, oder **Bodenaushub, welcher fast ausschließlich nur beim Neubau anfällt, hier weitgehend vernachlässigt** werden, können diese in Linz ermittelten und für OÖ hochgerechneten BRM kaum als aussagekräftiger Vergleichswert zu dem mittels Einheitsprozentsätzen berechnetem BRM- Aufkommen dienen.

[120] Vgl. *OÖ Bauordnung* § 38 (1).

Jährliches Abbruchvolumen im OÖ Σ Hochbau gemessen an den von der Landesumweltrechtsabteilung registrierten BRM- Nachweise *(rudimentäre **Schätzwerte** mit großen Bandbreiten - OÖ Hochrechnungen **basierend auf Σ erteilter Abbruchgenehmigungen in Linz 2006'**)*			
Fraktionen	**Linz** (in t)	**OÖ** (in t) (Hochrechnung mittels Umlegung Linzer Pro/Kopf Werte auf OÖ)	***t/E.a.*** (in Linz bzw. OÖ)
Betonabbruch	69.081,07	518.302,65	*0,376455*
Asphaltaufbruch	3.706,77	27.811,18	*0,020200*
Abbruch Holz	1.310,84	9.835,01	*0,007143*
Metalle	775,73	5.820,13	*0,004227*
Kunststoffe	883,08	6.625,58	*0,004812*
Min. Bauschutt	39.382,47	295.479,47	*0,214614*
Asbestzement	174,45	1.308,90	*0,000951*
Bodenaushub (fällt **vornehmlich beim Neubau & nicht beim Abbruch** an!)	**„687,05"**	**„5154,8"**	***„0,003744"***

Table17: Auswertung der vom Land OÖ erfassten BRM- Nachweise für 2006 erteilte Abbruchgenehmigungen

Schlussfolgerungen aus der Auswertung der Linzer Abbruchakten bzw. aus dessen Hochrechnung auf das gesamte Abbruchvolumen im OÖ Hochbau, können daher weniger bezüglich absoluter Mengen, sondern vielmehr auf Ebene der einzelnen Fraktionen hinsichtlich der dabei möglichen und von den Abbruchunternehmen favorisierten und mehrheitlich eingeschlagenen Entsorgungs- und Recyclingwege gewonnen werden. (vgl. Kap. 6.2.2. S. 125f.).

4.5.2. Civil Engineering

(4.5.2. Tiefbau**)**

Bezüglich des Tiefbaus gestaltet sich eine Ableitung aus dem Hochbau fast unmöglich, weshalb direkt auf die Ergebnisse der Studie BRIO aus dem Jahr 1996 verwiesen wird. Wie bereits mehrfach erwähnt, wurde jedoch in dieser, wie auch allen anderen bisherigen Studien bei der Erfassung der wichtigsten Materialien bzw. Fraktionen (nach Gütergruppen) nicht nach dessen Herkunft (Hoch- oder Tiefbau) unterschieden. Folglich existieren, wie auch oben für den sonstigen Hochbau, abgesehen von der gesonderten Ausweisung des Bodenmaterials bzw. des Bodenaushubs nur Absolutwerte.

An **Bodenmaterial** gehen **Ø 1,5 t/E.a.** als **Input** in den Tiefbau.[121] Analog dazu fallen jährlich **1,25 t/E.a.** an **Bodenaushub outputseitig** an.[122] Beide Pro/Kopf Anteile (für Bodenmaterial und Bodenaushub) können auf die vorliegende Bilanz direkt übertragen werden. Für den Gesamtinput in das Bauwesen (ohne Bodenmaterial) infolge des OÖ Tiefbaus wurden Ø 2,15 t/E.a. und für den Gesamtoutput des OÖ Tiefbaus (ohne Bodenaushub) Ø 0,47 t/E.a. berechnet. Das Lager, welches mit 2/3 Anteil am Gesamtbauwesen im Tiefbau um einiges größer als im Hochbau ist, beläuft sich entsprechend dieser Berechnungen aus dem Jahr 1996 auf 0,26t/E. Was eine Differenzierung dieser Gesamtmassen hinsichtlich ihrer Anteile an den einzelnen Gütern (input- und lagerseitig) bzw. Fraktionen (outputseitig) betrifft, ist eine nachträgliche Zuordnung bzw. Massenaufteilung auf die einzelnen Güter/Fraktionen äußerst schwierig.

Klar ist, dass bedingt durch den **Straßenbau** (= Teil des Tiefbaus) input- und lagerseitig der Asphalt und analog dazu outputseitig der Asphaltaufbruch, welcher fast ausschließlich beim Straßenbau anfällt[123] und auch im sonstigen Tiefbau (z.B. Tiefgaragen) zum Einsatz kommt, zur Gänze dem Tiefbau zugerechnet werden kann. Als Asphalt- bzw. Straßenaufbruch „werden Baurestmassen aus der baulichen Erhaltung, dem Leitungsbau, dem Rückbau und dem Abbruch von Verkehrsflächen bezeichnet“, die „sich zum überwiegenden Teil aus Altasphalt und Betonabbruch“ zusammensetzten, wobei der Betonanteil darin „auf Basis des heutigen Wissensstandes nicht angegeben werden kann.“[124]

Zieht man wieder die Werte der BRIO Studie (1996) heran, so betrug der jährliche Verbrauch an **Asphalt** 1995 1,5 Mio t/a bzw. **1,1 t/E.a. (= Input)** und analog dazu der **Straßenaufbruch** 0,27 Mio t/a bzw. **0,195 t/E.a. (= Output)**. Diese Pro Kopf Werte (t/E.a.) sind einfach auf die vorliegende Güterbilanz übertragbar. Subtrahiert man nun inputseitig diesen Anteil an Asphalt bzw. outputseitig den Asphaltaufbruch von den entsprechenden In- und Outputmengen, so bleiben für den OÖ Tiefbau als

---

[121] Gesamtinput OÖ Tiefbau: Boden i.H.v. 1,5 t/E.a. (= Mittelwert v. 1,1-1,9 t/E.a.: vgl. *Glenck, E., Lahner, T.V. u.a.,* BRIo…,S. 76).
[122] Gesamtoutput OÖ Tiefbau: Boden i.H.v. 1,25 t/E.a. (= Mittelwert v. 0,8-1,7 t/E.a.: vgl. *ebenda*, S. 100).
[123] Angaben von Shell (1991) zufolge wird davon ausgegangen dass 90% der 1991 umgesetzten Bitumen in den Straßenbau flossen. (vgl. Glenck*, E., Lahner, T.V. et al,* BRIO…).
[124] *Dreier, P., Lassnig, D. et al*: Nicht gefährliche Abfälle…, S. 13.

Gesamtinput (ohne Bodenmaterial und Asphalt) 1,05 t/E.a.[125] und als Gesamtoutput des OÖ Tiefbaus (ohne Bodenmaterial und Asphalt) 0,2 t/E.a.[126] übrig. Diese In- und Outputwerte umfassen exklusiv Boden und Asphalt (Bitumen) sämtliche mineralischen, organischen (=Holz, Kunststoffe) und anorganischen (=Glas, Stahl, Metalle) Materialien bzw. Fraktionen, welche auch im Hochbau anfallen. Mangels jeglicher sonstiger Angaben werden, ähnlich der Methodik zur Datenumlegung des Wohnbaus auf den sonstigen Hochbau, die Ergebnisse für die einzelnen Gütergruppen (sämtliche Materialien außer Boden und Asphalt/Bitumen) input- lager- und outputseitig auf den Tiefbau mittels Einheitsprozentsätze übertragen. **Abzüglich Asphalt und Boden** ergibt sich **inputseitig** für den OÖ Tiefbau ein **fiktiver Anteil am Σ Hochbau von 17,80%**[127] und **outputseitig** i.H.v. **18,00%**[128]. Was das **Lager** im Tiefbau betrifft so entfällt wiederum der Großteil auf den Straßenbau. Von insgesamt 360 Mio t[129] beträgt der Anteil an „**bituminösen Schichten** sämtlicher Straßen in Oberösterreich Massen im Ausmaß von (20bis) 70 Mio“ Tonnen bzw. **50,98t/E.** [130], die wiederum auf die vorliegende Güterbilanz direkt übertragbar sind. Somit bleibt **abzüglich dieser bituminösen Schichten** ein Lager im Tiefbau von 290 Mio t, welches sich aus ähnlichen Materialien wie im Hochbau zusammensetzt und gemessen am Lagerbestand des Σ Hochbaus einem **fiktiven Anteil von 145%**[131] entspricht.

Wenngleich eine Umlegung sämtlicher verbauter Materialien im Hochbau auf diesen verbleibenden Anteil des Lagers im Tiefbau (exklusiv Asphalt/Bitumen) noch immer massive Unsicherheiten in sich birgt, ist eine detailliertere Vorgehensweise im Zuge dieser Arbeit, die vordergründig den Materialfluss im Wohnbau und auch insbesondere in ihren Schlussfolgerungen die Entwicklung sowie qualitativen und quantitativen Behandlungsmöglichkeiten des gegenwärtigen und zukünftigen BRM-

[125] Gesamtinput OÖ Tiefbau ohne Boden i.H.v. 2,15 t/E.a. (= Mittelwert v. 1,5-2,8 t/E.a.: vgl. Glenck*, E., Lahner, T.V. et al,* BRIO…, S. 73) – 1,1t/E.a. Asphaltverbrauch/Jahr = 1,05 t/E.a.
[126] Gesamtoutput OÖ Tiefbau ohne Boden i.H.v. 0,47 t/E.a. (= Mittelwert v. 1,5-2,8 t/E.a.: vgl. *ebenda*) – 0,27 t/E.a. Asphaltaufbruch/Jahr = 0,20 t/E.a.
[127] Gesamtinput OÖ Tiefbau ohne Boden und Asphalt i.H.v. 1,05 t/E.a. / 5,9 t/E.a. (=Gesamtinput Hochbau, berechneter Mittelwert v. 4,1-7,7 t/E.a: vgl. *ebenda,* S. 73) = 17,80%.
[128] Gesamtoutput OÖ Tiefbau ohne Boden und Asphalt i.H.v. 0,27 t/E.a. / 1,5 t/E.a. (=Gesamtoutput Hochbau, Mittelwert: vgl. *ebenda*, S. 99) = 18,00%.
[129] Vgl. Glenck*, E., Lahner, T.V. et al:* BRIO…, S. 90.
[130] Glenck*, E., Lahner, T.V. et al*: BRIO…, S. 85. 70 Mio / (1373000 = Einwohnerzahl OÖ 1991’: vgl. BRIO, 1996’ S. 5) = 50,98 t/E.
[131] Gesamtlager OÖ Tiefbau ohne Bitumen/Asphalt i.H.v. 290 Mio t / 200 Mio t (=Gesamtlager Hochbau: vgl. BRIO…, S. 90) = 145,00%.

Aufkommens aus dem Wohnbau fokussiert (Kapitel 7), aus Kapazitätsgründen nicht möglich.

Nachdem in Kapitel 6.1. nach oben beschriebener Methodik der Materialfluss im Wohnbau auf den sonstigen Hoch- und Tiefbau umgelegt worden ist, können in Kapitel 6.2. die, für das gesamte Bauwesen, ermittelten BRM den, innerhalb der OÖ Abfallwirtschaft und von Seiten der Aufbereitungsanlagen, registrierten Fraktionen bzw. Recyclingströmen gegenübergestellt werden.

5. Material flow analysis in the residential building sector in Upper Austria

(5. Güterbilanz im OÖ Wohnbau**)**

Inhalt dieses Abschnittes ist die Präsentation der Ergebnisse der Güterbilanz im OÖ Wohnbau. Aufgrund der vorausgegangenen ausführlichen Schilderung der Datenzusammensetzung, Berechnungsmethodik sowie weiterführenden Informationen hierzu, wird im Anschluss, oft auf die Erläuterungen in Kapitel 4.4. (2. 41 ff.) verwiesen. Die verwendeten Tabellen und Diagramme wurden selbst erstellt und basieren auf denselbigen Berechnungen, welche als Anhang (A.7.1) angefügt sind. Die berechneten Werte (Input, Output, Lageränderung) beziehen sich auf das **Basisjahr 2002'**, da für diesen Zeitraum seitens des ÖSTAT die letzten vollständigen Daten zur Wohnbautätigkeit in OÖ vorliegen (vgl. Kap. 3.2. – zeitliche Abgrenzung S. 36). Als Basiseinheit für die Gesamtergebnisse der Güterbilanz im Wohnbau (Kap. 5.4) wurden **Kilogramm/Jahr (2002') und Einwohner** verwendet, was zum einen die Vergleichbarkeit mit anderen Regionen unterschiedlicher Größe, als auch (durch Multiplikation mit der aktuellen Einwohnerzahl) eine grobe, dafür sehr simple Projektion der Ergebnisse in die Gegenwart ermöglicht. Ansonsten wird auch Gesamttonnen pro Jahr als Maßeinheit verwendet.

Wichtigster Dateninput neben dem ÖSTAT bildet wie schon erwähnt die von der TU München veröffentlichte Studie „Baustoffströme in Bayern" (2005) und deren darin errechneten Mittelwerte je Baustoff bzw. Fraktion, die sich aufgrund der sehr ähnlichen Gebäudezusammensetzung im bayrischen und OÖ Wohnbau (vgl. Kap. 4.4.2. S. 49) sehr gut auf OÖ umlegen lassen.

Die Werte, wenngleich teils auf Kommerstelle genau, verstehen sich folglich als übernommene (auf OÖ umgerechnete) **Mittelwerte**, die einen gewissen **Unsicherheitsfaktor** in sich bergen. Grundsätzlich sind „bessere Berechnungen als mit 20%-igen Abweichungen kaum möglich"[132] (vgl. Kap 4.2, 4.3). Die größte

[132] *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.* (2005), bezugnehmend auf Erkenntnisse der ‚TU Wien (2000)', S.12.

Unsicherheit diesbezüglich beinhalten die Berechnungen für den **Bodenaushub**, dessen Schwankung sowohl outputseitig als Gesamtanfall, sowie inputseitig im Zuge der anteilsmäßigen Wiederverfüllung, alleine in Bezug auf die Abweichung des ermittelten Medians vom Mittelwert bei ca. +/- 20% liegen.[133] Grundsätzlich jedoch muss abgesehen vom Bodenaushub nicht von stärkeren Abweichungen ausgegangen werden, zumal die TU München die für den bayrischen Wohnbau ermittelten Werte mit entsprechenden Daten der deutschen Zementindustrie und alternativen Studien bzw. Berechnungen aus Bayern, der Schweiz und Österreich verglichen hat[134] und diese letztlich mit ähnlichen Erhebungen „der TU Darmstadt (…) und der ETH Zürich (…) verifiziert"[135] wurden. Aufgrund der im Vergleich zu den anderen Materialien bzw. Fraktionen überproportionalen Menge an Bodenaushub (Output) bzw. wiederverfülltem Bodenmaterial (Input), wird dieser in den Grafiken meist gesondert ausgewiesen.

Die Ergebnisse der Güterbilanz im OÖ Wohnbau und das daran anschließende Materialflussbild (Kap. 5.4.) beziehen sich ausschließlich auf die eingesetzten Grundmaterialien bzw. outputseitig auf die im Wohnbau anfallenden Fraktionen (inkl. Bodenaushub). Weitere Hilfsstoffe und Betriebsmittel, Baumaschinen und –Geräte sowie der Energieaufwand durch den Verbrauch an Treibstoff, Strom, etc. werden vernachlässigt. Analog dazu wird auch beim Output das Auftreten von Emissionen, etc. nicht näher analysiert. Bezüglich weiterführende Entsorgungs- und Recyclingströme wird auf Kap. 6.2. verwiesen.

5.1. Input in the residential building sector

(5.1. Input in den Wohnbausektor**)**

Folgende Tabelle zeigt die Inputmengen der wichtigsten Gütergruppen (Materialien) in den OÖ Wohnbau, wobei zwischen den Bausparten Neubau und Adaptierung unterschieden wird. Inputseitig kann beim Einsatz mineralischer Baustoffe grundsätzlich zwischen klassischen Mauerziegeln, Fliesen, Keramik und anderen

[133] Vgl. *ebenda*: S.10 Abb. 3.2. & p. 16, Abb. 3.5.
[134] Vgl. *ebenda*:, S.12.
[135] *Ebenda*, S.9.

Ziegeln[136], sowie Gipsbaustoffen differenziert werden. Was den Einsatz an Metallen betrifft so wurde eine Untergliederdung in Aluminium, Eisen/Stahl und gemischte Metalle/Legierungen vorgenommen. Die bunt bzw. farblich untermalten Zeilen geben die Gesamtmenge je Gütergruppe an, deren Summe (ohne verfülltem Bodenmaterial) in der vorletzten Zeile der Tabelle angegeben ist.

Σ Input (Wohnbau OÖ)				
	Neubau	Adaptierung	Neubau+Adaptierung	
Materialien	Tonnen Σ	Tonnen Σ	Tonnen Σ(J.02')	kg/Einw.a.
Mauerziegel	675.641,60	407.918,62	1.083.560,21	787,02
Fliesen/Ziegel/Keramik	60.894,74	36.765,20	97.659,94	70,93
Baustoffe auf Gipsbasis	47.750,73	28.829,50	76.580,23	55,62
Mauerziegel/son.min.B.	784.287,07	473.513,32	1.257.800,38	**913,57**
Beton	1.262.020,81	761.945,06	2.023.965,87	**1.470,05**
Bitumengemische	1.957,40	1.181,78	3.139,18	**2,28**
Holz	65.818,57	39.737,96	105.556,53	**76,67**
Glas	5.359,73	3.235,94	8.595,67	**6,24**
Kunststoffe	1.133,63	684,43	1.818,05	**1,32**
Aluminium	52,87	31,92	84,79	0,06
Eisen/Stahl	41.165,94	24.853,93	66.019,87	47,95
gemischte Metalle	621,02	374,94	995,95	0,72
div. Metalle Σ	41.839,82	25.260,79	67.100,62	**48,74**
Dämmstoffe	24.282,02	14.660,27	38.942,29	**28,28**
Sonst.Material (ev.Kl.,La.)	54,40	32,84	87,24	**0,06**
GESAMT (ohne Boden)	*2.186.753,44*	*1.320.252,39*	*3.507.005,83*	*2.547,22*
Verfüllung (Bodenmat.)	1.388.921,60	k.A. (marginal)	1.388.921,60	**1.008,81**

Betonrezept B 35: *14,6% Zement, 36,5% Sand, 6,3% Kies, 34,8% Grobkies, 7,9% Wasser*

keine "Bodenverdrängung" bei Adaptierungsleistungen (see: *Glenck,E., Lahner.T.V. et al* BRIST (2000), p.64.)

Table 18: Inputmengen in den OÖ Wohnbau gegliedert nach Bausparten

5.1.1. Input for new construction

(5.1.1. Input für den Neubau**)**

Beim Neubau überwiegt in absoluten Mengen der Einsatz an **Bodenmaterial** mit **1t/Einw.a**. Da Boden bzw. Bodenaushub[137] ein natürlicher Rohstoff ist und vornehmlich outputseitig bei Neubauvorhaben anfällt, ist dessen Einsatz als

[136] Als Beispiel seine genannt Ytong- Leichtbauziegel oder als klassischer Recyclingbaustoff Ziegel aus Schlacke, welche beim Hochodenverbrennungsprozess als Abfall/Nebenprodukt anfällt.
[137] Vgl. Kap. 3.3.2. S. 31 i.V.m. *BGBl. I Nr. 1996/164*: „Deponieverordnung“ Anhang 1.

wiederverfülltes Bodenmaterial als Recyclingstrom zu sehen. Konkret definieren *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al* den Input an Bodenmaterial als „anteilige Wiederverfüllung des zuvor bei einer Baumaßnahme ausgehobenen Bodenmaterials bzw. Einbringung von externem Bodenmaterial zur Wiederverfüllung von Baugruben".[138] Die Herkunft der eingebrachten Bodenmenge kann also direkt vor Ort (an selbiger Baustelle), oder aus alternativen Bauvorhaben sein.

In Summe überwiegen aber beim Input die **Baumaterialien (ohne Boden)** mit gut **2,5 t je Einwohner und Jahr**. Der größte Anteil kommt dabei den mineralischen Baustoffen und Beton zu. Der Gipsanteil unter den klassischen mineralischen Baustoffen wird mit 6,1% angegeben. Wenngleich mineralische Baustoffe wie Mauerziegel als ökologisch weitgehend ungefährlich eingestuft werden können, so gilt dies nicht uneingeschränkt für Baustoffe auf Gipsbasis (z.B. Gipsfaserplatten). Unter den restlichen Baumaterialien muss v.a. den Kunst- und Dämmstoffen, Bitumen (die im Unterschied zum Straßenbau aber im Hochbau nur eine geringe Bedeutung haben - z.B. Parkplatz, Garagenausfahrt, etc.) und „sonstige Materialien, beispielsweise Teppichböden"[139] erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Eine ausführlichere Auseinandersetzung mit den Problemstoffen erfolgt in Kapitel 6 und 7.

5.1.2. Input for adaptations

(5.1.2. Input für Adaptierungen**)**

Adaptierungen umfassen nicht nur die klassischen Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten, sondern darüber hinaus sämtliche Auf- Zu und Umbauten, weshalb der Gesamtanfall hier mit pauschal 60,325% des Neubaus angenommen wurde. Dieser doch hohe Prozentsatz lässt sich u.a. damit rechtfertigen, dass aufgrund der begrenzten Baufläche in Ballungsgebieten bereits heute und zukünftig sogar noch mehr, der Anteil an Adaptierungen zunimmt, während der Neubau im Wohnbereich (seit 1997)[140] rückläufig ist.[141]

[138] *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al*: Baustoffströme in Bayern…, S. 10.
[139] *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al*: Baustoffströme in Bayern…, S. 11.
[140] Vgl. *ÖSTAT*: Bericht über die Wohnbautätigkeit…, S. 13.
[141] vgl. Kap. 4.4.1. S. 45f.

Was die Wiedereinbringung von Boden- Aushubmaterial betrifft, so gehen die Autoren der vorangegangenen österreichischen Studien (BRIO 1996', BRIST 2000') davon aus, dass bei Adaptierungen Bodenaushub nur beim Neubau anfällt und damit auch der Anteil an Wiederverfüllung bei Adaptierungen gegen 0 geht und folglich vernachlässigt werden kann.[142]

5.1.3. Input for entire residential building

(Input für den gesamten Wohnbau**)**

Abbildung 8 fasst die Inputmengen gegliedert nach dem Gesamtanteil je Material bzw. Gütergruppe nochmals zusammen. Klammert man den Gesamtinput an verfülltem Bodenmaterial aus, so überwiegt mittlerweile der Anteil an Beton, gefolgt von mineralischen Baustoffen, Holz, diversen Metallen und Dämmstoffen (Isoliermaterial wie Dämmwolle, Styropor, etc.). Flachglas (Fenster, Türen), Bitumengemische nehmen zwar anteilsmäßig an Bedeutung zu (vgl. nächster Abschnitt 5.2), spielen aber in absoluten Zahlen nach wie vor eine geringe Rolle.

Was den hohen Betonanteil im Wohnbau betrifft, so muss hervorgehoben werden, dass seitens der TU München zur Berechnung des Baustoffeinsatzes 16 Gebäude mit überwiegendem Betonanteil ausgewählt wurden (vgl. 16 BKI- Objekte Tab. 6 S. 43), während seitens des ÖSTAT im letzten Wohnbautätigkeitsbericht der Ziegelbau als dominierende Bauweise angegeben wird.[143] Während sich jedoch das ÖSTAT nur auf die Bauweise der Außenmauern bezieht, sind die Angaben über die Baustoffzusammensetzung der 16 Auswahlobjekte vollständig und zeigen, dass der Betonanteil klassischer Ziegelbauten (mit einem höheren Gesamtziegelanteil) bei den Auswahlobjekten zwischen 63 und 75% des mineralischen Anteils ausmacht.[144] Umgekehrt beträgt auch bei Wohngebäuden mit überwiegender Betonbauweise der Ziegelanteil je nach Gebäudeart zwischen 25 und 75%.[145] Die Bauweise der Außenmauern sagt folglich wenig über den Gesamtanteil an verwendeten Baustoffen

[142] Vgl. Glenck*, E., Lahner, T.V. et al*: BRIST…, S. 64
[143] *ÖSTAT*: Bericht über die Wohnbautätigkeit…, S. 56, Spalte OÖ.
[144] Tab. 6: BKI- Objekte: entnommen aus: *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al*: Baustoffströme in Bayern…, S. B3): Angaben über eingesetzte Beton- und Ziegelmengen der Gebäude EFH 6100-080, EFH 075, S. 43.
[145] *Ebenda*: Angaben über eingesetzte Beton- und Ziegelmengen der restlichen Gebäude, S. 43.

aus, womit insbesondere aufgrund der räumlichen Nähe zwischen Bayern und OÖ sowie dem fast identen Gebäudelager (Bestand an Ein- Zwei- und Mehrfamilienhäuser)[146] der hier ermittelte Betonanteil auch für OÖ als realistisch angesehen werden kann.

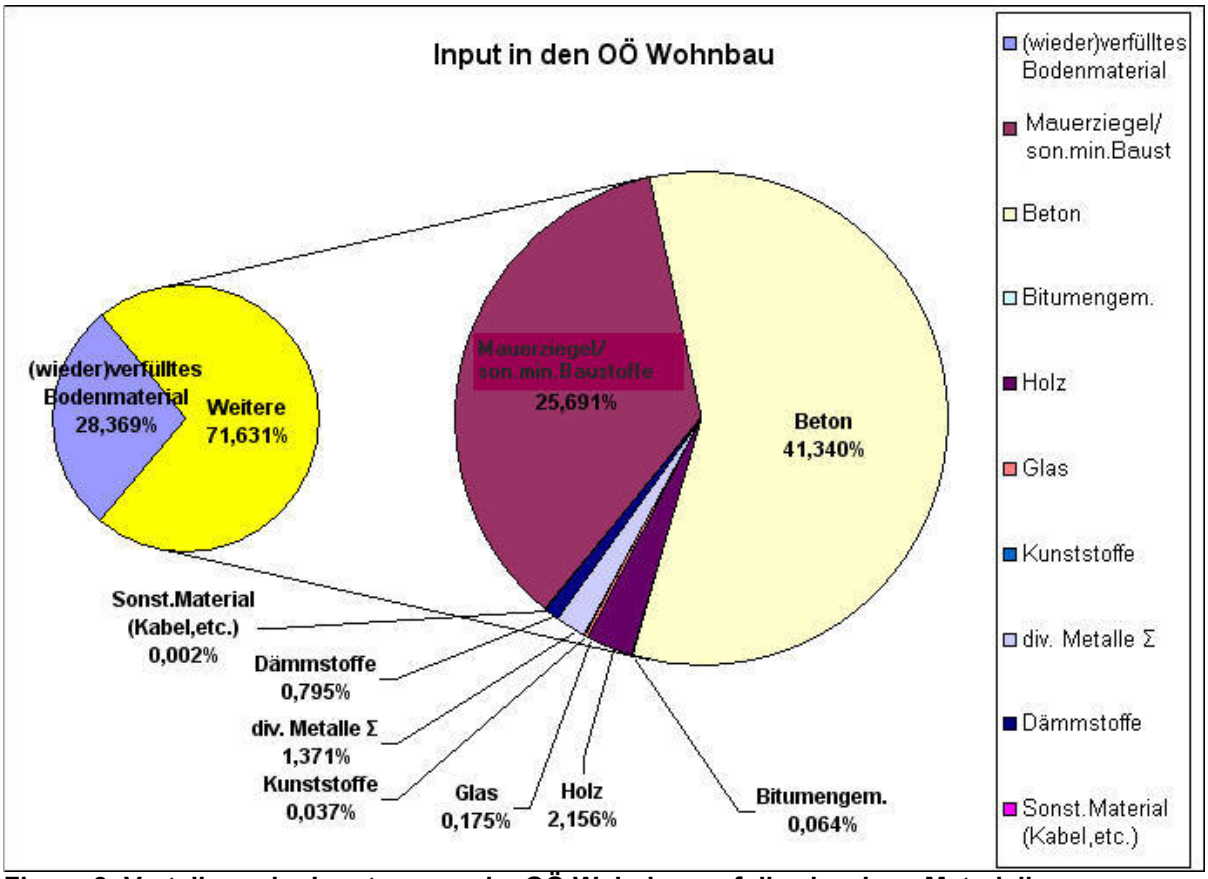


Figure 8: Verteilung der Inputmengen im OÖ Wohnbau auf die einzelnen Materialien

5.2. Stock in the residential building sector

(5.2. Lager im Wohnbausektor**)**

Das Lager im OÖ Wohnbau zeigt hinsichtlich der Zusammensetzung der einzelnen Baumaterialien ein vom Input abweichendes Bild.

[146] Kap. 4.4.2. Abb. 7 S. 49.

Lagerauf-/-abnahme: *Zunahme* "+" *durch* ***Materialinput*** *(bei*

Σ Lager *(Wohnbau OÖ)*			Lagerveränderung (Wohnbau OÖ)	
vor 1919 - später	Tonnen Σ (J.01')	kg/Einw.	Tonnen Σ(J.02'	kg/Einw.
Lehm (nur in Gebäuden mit BJ vor 1944)	3.531.631,54	**2.565,11**		
min.Σ (Mauerziegel,Fliesen/Ziegel/Keramik,Gipsbau	81.776.193,18	**59.395,97**	760.795,32	552,58
Beton (Betonrezept B 35)	73.429.594,03	**53.333,64**	1.743.031,50	1.266,00
Bitumen	208.212,29	**151,23**	2.577,88	1,87
Holz	5.178.999,69	**3.761,63**	52.737,64	38,30
Glas (Flachglas), **etc.**	613.160,62	**445,35**	2.564,83	1,86
Kunststoffe	58.661,68	**42,61**	1.106,18	0,80
div. Metalle Σ (Eisen, Stahl, gemischte Metalle)	2.315.941,42	**1.682,12**	59.555,05	43,26
Dämmstoffe	1.644.210,22	**1.194,23**	20.424,94	14,84
Konst.Material (ev.Kleber,Lacke,etc)	*k.A. (ev.im Lager Glas enthalten)*		-	
GESAMT	*168.756.604,79*	*122.571,89*	2.642.793,33	1.919,52
Verfüllung (Bodenmaterial)	249.036.244,57	**180.880,87**	1.388.921,60	1.008,81

(Verpackungsmaterial als Bestandsveränderung nicht explizit berücksichtigt)

ACHTUNG: Schätzwert, da als Basis zur Berechnung des Bodenmaterials aller Bauepochen nur Daten der letzten Bauperiode (1978-01) zur Verfügung stehen.

Table 19: Lager im OÖ Wohnbau

Wie aus Tabelle 19 ersichtlich, übersteigt mit über 60t/Einw. der mineralische Anteil den von Beton. Holzrangiert hinsichtlich der im gegenwärtigen Gebäudelager verbauten Menge an dritter Stelle und auch die restlichen Materialien sind wie schon beim Input im Bezug zur Gesamtmenge eher marginal vertreten. Insgesamt beträgt das berechnete Lager an **Baumaterialien (ohne Boden)** im OÖ Wohnbau **122,6t/Einw**. Überproportional erscheint wiederum die Menge an **verfülltem Boden** mit **180,9t/Einw**. Für die berechnete Menge gibt es gegenwärtig keinen Vergleichswert, da das Lager im OÖ Wohnbau noch nie ermittelt wurde.[147] Mangels entsprechender Daten auch seitens der von der TU- München publizierten Lagermengen, wurde der bereits zur Berechnung des Inputs verwendete bautypengewichtete Mittelwert herangezogen und auf OÖ umgerechnet. Dieser Wert bezieht sich aber nur auf die letzte Bauperiode, was folglich bei Hochrechnung auf das Gesamtlager eine ähnliche Menge an wiederverfülltem Bodenmaterial aller Bauepochen unterstellt und somit eine leichte Überschätzung (kleinere Gebäude zumindest in der Vor- und Zwischenkriegszeit) beinhalten kann.[148]

Tabelle 19 weist überdies auch noch die Summe an Lagerveränderungen aus, die sich aus jährlichem Input (Summe an Materialien für Neubau und Adaptierung) minus Output (BRM- Anfall aus Neubau, Adaptierung und Abbruch) ergibt. Grundsätzlich fließt bei allen Baumaterialien jährlich mehr an Input hinein, als was in Form von

[147] Vgl. frühere Studien: Glenck, *E., Lahner, T.V. et al*: BRIST…, BRIO…, etc.
[148] Vgl. *Anhang*, S .20.

BRM hinausfließt und somit zu einer Zunahme des Gebäudelager und der darin gebundenen Materialien führt. Da zur Interpretation der Gesamtlagerveränderung auch der Output bekannt sein muss, wird an dieser Stelle auf den übernächsten Punkt (Kap. 5.4). verwiesen, wo sämtliche Input- und Outputströme als Flussdiagramm graphisch aufbereitet sind.

In Abbildung 9 sind die Werte aus Tabelle 19 nochmals als Kreisdiagramm mit ihrem prozentuellen Anteil am Gesamtlager (inkl. verfülltem Bodenaushub) dargestellt.

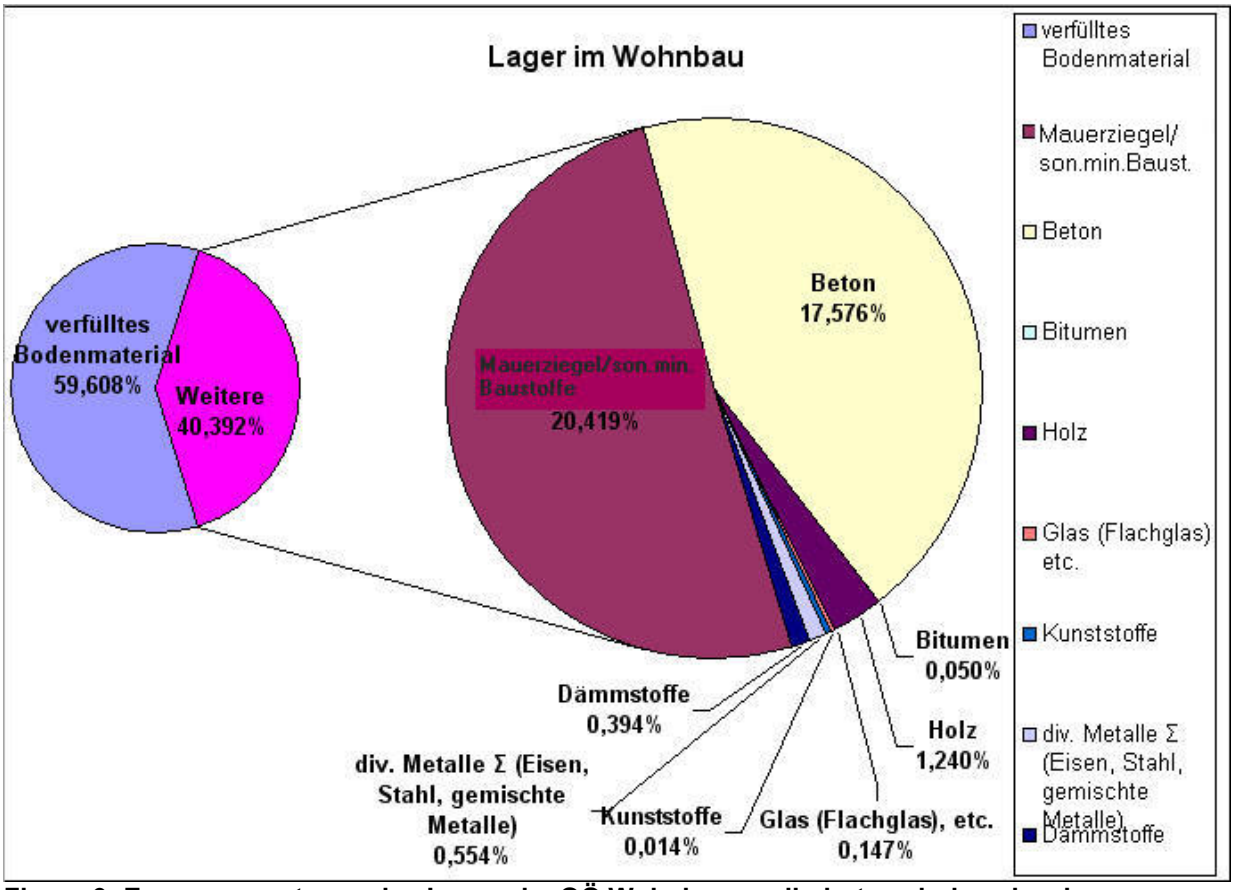


Figure 9: Zusammensetzung des Lagers im OÖ Wohnbau gegliedert nach den einzelnen Materialien

Wesentlich aussagekräftiger ist jedoch die nächstfolgende Abbildung, welche die Zusammensetzung des Gebäudelagers im OÖ Wohnbau zusätzlich anteilsmäßig auf die einzelnen Bauepochen untergliedert.

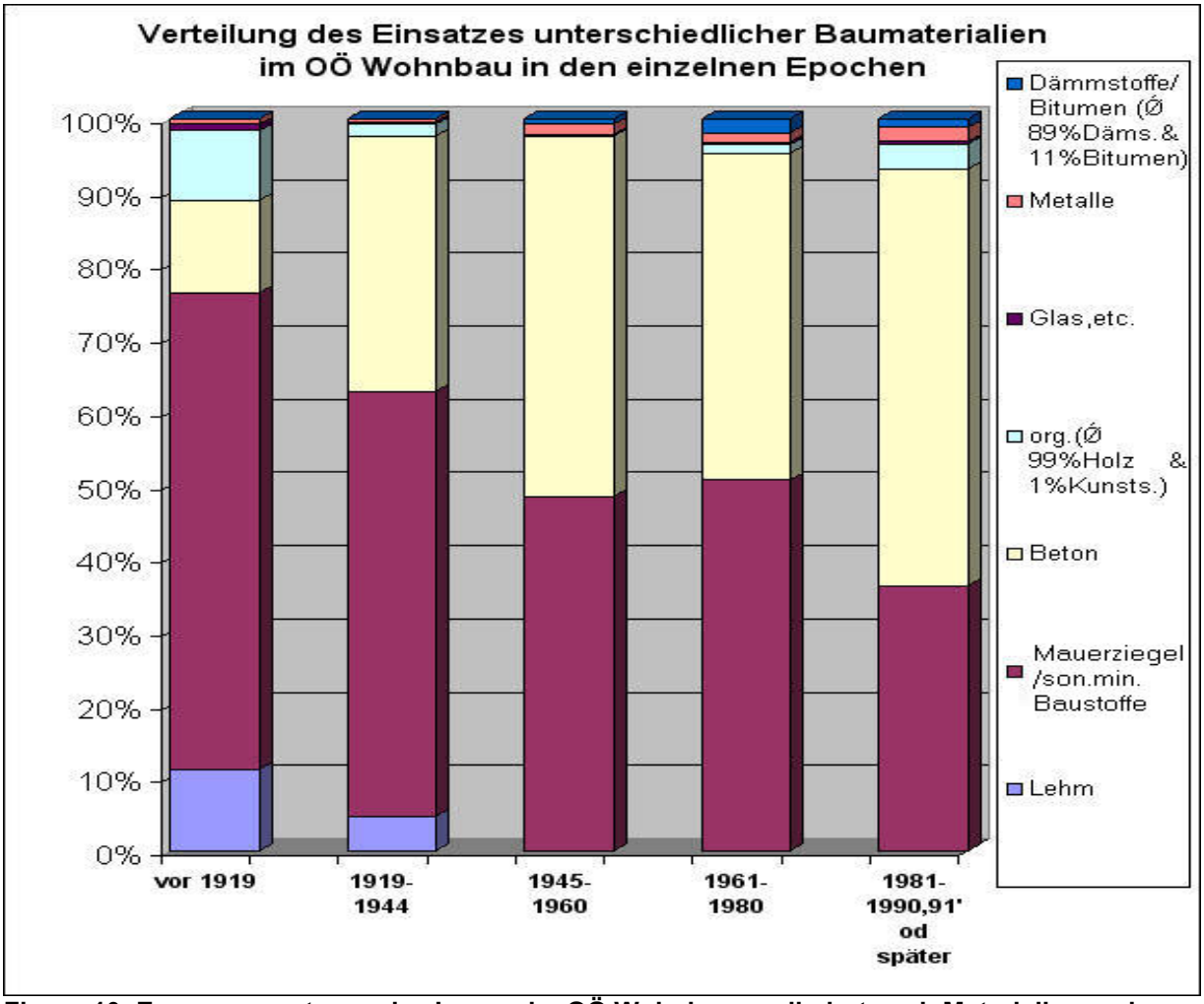


Figure 10: Zusammensetzung des Lagers im OÖ Wohnbau gegliedert nach Materialien und Epochen (bis 2001`)[149]

Die Abbildung zeigt als Zeitreihe, wie sich der Anteil der eingesetzten Baumaterialien während des letzten Jahrhunderts in OÖ verändert hat. Wenngleich die Ergebnisse gut mit jenen aus Bayern übereinstimmen[150], so ist aufgrund der Ungenauigkeit der Zuordnung des OÖ Gebäudebestandes den einzelnen Bauperioden gegenüber, welche wie bereits in Kap 4.4.3. (S 57/58) geschildert, vom ÖSTAT bei der letzten Gebäude- und Wohnungszählung nicht miterhoben, sondern von diesem erst nachträglich, teils fehlerhaft rekonstruiert wurden, und letztlich, im Zuge dieser Arbeit, gemeinsam mit der OÖ Landesstatistikabteilung, anhand von Daten über die OÖ Wohnbaufertigstellungen der letzten 3 Jahrzehnte (beginnend ab 1970) abermals zu korrigieren versucht wurde, ein gewisser Unsicherheitsfaktor nicht vermeidbar.

[149] Dargestellt in Anlehnung an *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al* (2005), Abb.3.4: „Anteile der eingesetzten Rohstoffe im Wohnungsbau in den einzelnen Bauepochen in Deutschland“ S. 13.
[150] Vgl. *ebenda*, S. 13f.

Folglich wurde darauf verzichtet die einzelnen Mengen tabellarisch in absoluten Werten aufzubereiten. Dennoch lässt sich anhand der Grafik der allgemeine Trend im OÖ Wohnbau sehr gut ablesen. Der Anteil an verfülltem Bodenmaterial wird als weitgehend konstant angenommen und wird hier nicht berücksichtigt. Ferner wurden organische Bestandteile (Holz und Kunststoff) sowie Dämmstoffe und Bitumen je als eine Einheit augregiert, wobei, wie schon in Abbildung 9, unter den organischen Materialien Holz und hinsichtlich der zweiten Gruppe die Dämmstoffe den überwiegenden Anteil einnehmen.

Am deutlichsten ist die **Zunahme des Betons** wahrnehmbar, der unter den Materialien (ohne Bodenverfüllung) welche innerhalb der letzten Periode (ab 1981') im OÖ Wohnbau verbaut wurden, mit über 50% den größten Teil einnimmt und mineralische Baustoffe wie Mauerziegel zunehmend ablöst. *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al* (2005) begründen den vermehrten Einsatz von Beton unter anderem als Kostenargument, zumal „in der Nachkriegszeit nach 1945 (…) ein Wiederaufbau von Wohnraum kostengünstig und in kurzer Zeit gewährleistet werden" musste.[151] Insbesondere für den Deckenbau wurde durch den Einsatz von Stahlbeton, der größere Spannweiten zulässt, Holz als Konstruktionsmaterial abgelöst, während Holz erst mit Beginn der 80er wieder stärker zum Einsatz kommt, was auch als Indiz für das Einsetzten des ökologischen Wohnbaus angesehen werden kann.[152] Auffällig ist auch der Einsatz von **Lehm** als Grundbaustoff, welcher in der Nachkriegszeit gänzlich **durch alternative Materialien ersetzt** wurde. Wie auch in Bayern hat sich der Anteil von Stahl und Flachglas in den letzten Jahrzehnten (ab 1919) stetig vermehrt. So hat sich bei ähnlicher Anzahl an Wohngebäuden der letzten beiden Epochen (31,75% des Gesamtbestandes mit Baujahr 1961-1980 und 32,31% des Gesamtbestandes mit Baujahr 1981 bis 2001) der **Einsatz von Metallen** von 0,7 auf über 1 Million Tonnen (absolut) erhöht.[153] Unterschiede zum bayrischen Wohnbau bestehen allerdings hinsichtlich des **Einsatzes an Dämmstoffen**, deren Einsatz in der letzten Epoche etwas zurückgegangen ist. Bei Betrachtung des Tonnenverbrauchs je Material und Epoche (vgl. Anhang A.7.1) zeigt sich, dass in den 60er und 70ern die Dämmung mit einem

[151] Vgl. *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al*: Baustoffströme in Bayern…, S. 12.
[152] *Ebenda*, S. 12.
[153] Vgl. *Anhang,* S. 20f.

durchschnittlichen Einsatz von 10,3 t/Gebäude gegenüber 4,25t bei Gebäuden der Epoche 1945-1960 deutlich forciert wurde und dadurch der Einsatz an Dämmmaterial mit 6,2t während der letzten Bauepoche (1081-2001) aufgrund der enormen Vorleistung zu relativieren ist.[154] Ferner darf angenommen werden; dass durch neue Technologien auch ein materialsparenderes bzw. effizienteres Bauen eingesetzt hat.

Die Veränderung des Gebäudelagers mag zwar auf kurze Sicht die Aufnahmekapazitäten von Deponien und BRM- Aufbereitungsanlagen nicht tangieren, auf lange Sicht repräsentiert das gegenwärtige Gebäudelager jedoch auch die zukünftig anfallenden und zu bewirtschaftenden BRM. Da sämtliche der oben genannten Fraktionen aber nicht nur im Wohnbau, sondern auch im restlichen Hoch- und teilweise Tiefbau vorkommen, erfolgt eine Auseinandersetzung mit der Behandlung zukünftig anfallender BRM erst nach Hochrechung des Lagers im gesamten Bauwesen (Kap. 6) und Beurteilung der gegenwärtigen Deponie- und Behandlungskapazitäten in Kapitel 7.

5.3. Output of the residential building sector

(5.3. Output aus dem Wohnbausektor**)**

Analog zum Materialinput lässt sich auch der Output aus dem Wohnbau nach Bausparten untergliedern, sodass im Folgenden der BRM- Anfall aus Neubauten, Adaptierungen und Abbrüchen unterschieden wird. Untere Tabelle zeigt wie schon für Input und Lager eine Mengenübersicht in Tonnen bzw. für alle 3 Bausparten gemeinsam auch in kg je Einwohner und Jahr. Grundsätzlich kann jede Fraktion jeweils einem Material- bzw. einer Materialgruppe (z.B. mineralischer Bauschutt outputseitig vs. Mauerziegel bzw. sonstige mineralische Baustoffe input- und lagerseitig) gegenübergestellt werden. Zusätzlich muss jedoch eine Fraktion – sogenannte Verpackungsabfälle, welche nur in Zuge von Neubau- und Adaptierungsleistungen anfallen, ergänzt werden. (Genaueres zur Fraktion Verpackungsabfälle siehe BRM aus dem Neubau – Kap. 5.3.1).

[154] Vgl. *ebenda*: Berechnung des Verbrauchs and Dämmmaterial je Gebäude und Epoche durch Division des Gesamteinsatzes an Dämmstoffen je Epoche durch die jeweilige Anzahl an Gebäudefertigstellungen der entsprechenden Epoche. Die Werte sind etwas überhöht, da ein durchschnittlicher Bitumenanteil von 11% darin enthalten ist.

Σ Output (Wohnbau OÖ)						
Materialien (Fraktionen)	Neubau Tonnen Σ	Adaptierung Tonnen Σ	Abbruch Tonnen Σ	Neubau+Adapt.+Abbruch Tonnen Σ (J.02')	kg/Einw.a	Verhältnis 'BRM aus Abbruch' zu 'BRM Σ (aus Neubau+Adapt.+Abbr.)'
min.Bauschutt Σ(inkl.Lehm&Gips)	-42.222,63	-112.196,80	-342.585,64	-497.005,06	**-360,99**	68,93%
Betonabbruch	-	-81.887,77	-199.046,60	-280.934,37	**-204,05**	70,85%
Asphaltaufbruch	-	-99,06	-462,24	-561,30	**-0,41**	82,35%
Alt- & Abbr.Holz(beh.-&unbeh.)	-3.762,09	-22.673,67	-26.383,14	-52.818,90	**-38,36**	49,95%
Flachgl. etc. *=ons.Bauabf.)*	-	-3235,47295	-2.795,36	-6.030,84	**-4,38**	46,35%
Kunststoffabfälle	k.A. (marginal)	-413,04	-298,84	-711,88	**-0,52**	41,98%
k.A.: Kunststoffe beim Neubau ev. als Teil unter "Sonst.Bauabfälle" und "Verpackungen"						-
						-
						-
Metallschrott	-593,11	-408,97	-6.543,49	-7.545,57	**-5,48**	86,72%
Dämmstoffe (Mineralfasern)	-204,22	-14.662,89	-3.650,24	-18.517,35	**-13,45**	19,71%
Sonst.Bauabf. *nur v. Neubau)*	-2.377,03	***k.A. (ev.im Output Gl. enth.)***		-2.377,03	**-1,73**	-
Verpack.(Holzpal.en,Plastiks.,..)	-19.675,35	-11.878,99	-	-31.554,34	**-22,92**	-
GESAMT (ohne Aushub)	*-68.834,43*	*-247.456,65*	*-581.765,55*	*-898.056,62*	*-652,28*	64,78%
(Boden-) **Aushubmaterial**	-3.955.130,83	-	-	-3.955.130,83	**-2.872,70**	-
keine "Bodenverdrängung" bei Adaptierungsleistungen und Abrüchen bzw. kontrolliertem Rückbau (see: *Glenck,E., Lahner.T.V. et al* BRIST (2000), p.64.)						

Table 20: Outputmengen aus dem OÖ Wohnbau gegliedert nach Bausparten

5.3.1. Construction and demolition waste by new construction

(5.3.1. Baurestmassen in folge von Neubauten**)**

Dem Anfall von BRM im Zuge von Neubauten wurde bis dato nur sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt, zumal mit BRM nach wie vor hauptsächlich mineralische Abfälle wie Bauschutt, Beton- und Asphaltaufbruch assoziiert werden (vgl. aktuelle Definition von BRM nach Deponieverordnung[155], deren Anfall im Vergleich zu den Outputmengen in Folge von Adaptierungen und Abbrüchen sehr gering ist. Wenngleich beim Neubau der Input dominiert, wird durch den **Bodenaushub,** welcher wie bereits mehrfach betont lediglich beim Neubau anfällt, gleichzeitig die größte Outputmenge generiert. Von den 2,87 Tonnen je Einwohner und Jahr Boden-Aushubmaterial gehen jedoch ca. 1t/Einw.a, sofern ökologisch unbelastet, als wiederverfülltes Bodenmaterial wieder als Recyclingfluss zurück (vgl. Kap. 5.3.1. Input in den Neubau). Was die restlichen Bauabfälle betrifft, so ist der Gesamtoutput (ohne Boden) mit 68,8t/Einw.a gering. Fast 2/3 davon bilden mineralischen Bauschutt, der allerdings auch Betonabbruch enthält, welcher aufgrund der geringen Mengen nicht getrennt angegeben ist und daher üblicherweise als ‚gemischt' – in Bezug auf Vermischung von verschiedenen mineralischen Fraktionen wie z.B. Ziegel- und Betonabbruch - mineralischer Bauschutt entsorgt bzw. aufbereitet wird. Was die Fraktionsgruppe mineralischer Bauschutt betrifft, so beläuft sich der Anteil

[155] Vgl. *BGBl. II Nr. 2004/49*.

an gipshaltigen Baustoffen darin mit 431,44 Tonnen[156] auf gut 1%. Über den genauen Anfall an Asphaltaufbruch und Flachglasabfälle sowie Kunststoffabfälle wurden von der TU- München in der Studie „Baustoffströme in Bayern“ (2005) hierzu keine gesonderten Mengen ausgewiesen. Asphalt (z.B. bei der Verwendung zur Asphaltierung von Parkplatz, Garageneinfahrt, etc.) spielt jedoch im Hochbau generell nur eine unbedeutende Rolle. Auch der Anfall von Flachglas ist outputseitig zu vernachlässigen. Was Kunststoffabfälle wie Abdeckfolien, etc. betrifft, so wird, abgesehen von den Verpackungsabfällen, auf die Menge sonstiger Bauabfälle im Zuge von Neubauten verwiesen, welcher alle nicht explizit in obiger Tabelle ausgewiesenen Fraktionen und Abfälle aus dem Neubau zugeordnet werden können. Neben Alt- und Abbruchholz fallen auch kleine Mengen an Metallschrott (exkl. Metallverpackungen) und Mineralfasern (aus Dämmstoffen) an.

Ein weitaus größerer Anteil mit knapp 20.000 Tonnen pro Jahr kommt den **Verpackungsabfällen** zu, die Verpackungen unterschiedlicher Materialien (z.B. Holzpaletten, Papier- und Kunststoffsäcke, Plastikeimer, Metallkanister, etc.) umfassen. Bei dieser Abfallgruppe, die ausschließlich im Neubau und bei Adaptierungstätigkeiten anfällt, muss zwischen lizenzierten und nicht lizenzierten Verpackungen unterschieden werden In Anbetracht dieser Klein- und Kleinstmengen werden neben den mineralischen BRM gewisse Bauabfälle nicht getrennt, sondern gemeinsam als Baustellenabfälle gesammelt und einer darauffolgenden Aussortierung, Aufbereitung und Entsorgung (Menge an Sortier- und Aufbereitungsrest) zugeführt. Eine nähere Betrachtung dieser Baustellenabfälle einschließlich einer Übersicht über sämtliche, darin befindlichen, diversen Stoffgruppen erfolgt in Kap. 6.2. bei Gegenüberstellung mit den in der OÖ Abfallwirtschaft registrierten BRM aus dem gesamten OÖ Bauwesen.

[156] Vgl. *Anhang*, S. 19.

5.3.2. Construction and demolition waste by reconstruction and adjustments

(5.3.2. Baurestmassen in folge von Adaptierungen**)**

Was die Adaptierungen im Wohnbau betrifft, so konnte dessen BRM- Anfall - dank Hochrechnungen der TU Wien in der Studie „Bauwerk Österreich“ (2003) über das Verhältnis von Adaptierungsabfällen zu Abbruchabfällen im Hochbau - für OÖ ausgehend von den BRM infolge von Abbrüchen ermittelt werden (vgl. Kap. 4.4.2.). Da im Zuge von **Adaptierungen** neben **Sanierung und Instandhaltung auch Um-, Auf- und Zubauten** durchgeführt werden, ist der Anteil mineralischer BRM wie **mineralischer Bauschutt und Betonabbruch** um einiges höher als beim Neubau und beläuft sich mit gesamt 194.000 Tonnen fast auf das 5fache dessen im Neubau. Verhältnismäßig sogar noch höher ist der Anfall von Alt- & Abbruchholz, dessen Menge mit über 22.674 Tonnen sogar mehr als das 6fache der Menge im Neubau entspricht und nur unwesentlich geringer ist als die infolge von Abbrüchen anfallende Menge an Holz. Erhebungen über Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten des ÖSTAT zufolge, rangiert die **Fenstererneuerung** an erster Stelle. Weitere häufige Sanierungsmaßnahmen sind u.a. die **Fassadenerneuerung mit Wärmedämmung** sowie die **Dachdeckung**.[157] Mangels sonstiger Angaben über den Anfall an Flachglas und Dämmstoffabfällen bei Adaptierungen wurde demzufolge die gleiche Menge wie für den Input gewählt, wodurch diese beiden Fraktionen auch die entsprechenden Mengen infolge von Abbrüchen übersteigen. Was Kunststoffabfälle betrifft, so ist deren Menge zwar um einiges geringe, liegt aber dennoch über der entsprechenden Outputmengen infolge von Neubauten und Abbrüchen. Metalle fließen beim Wohnbau (insbesondere größere Gebäude) in Form von Rohren, Stahlprofilträger, etc. in die Grundkonstruktion. Folglich ist deren Anfall bei Adaptierungen ähnlich dem Neubau outputseitig eher gering. Nicht unwesentlich hingegen sind die **Verpackungsabfälle**, dessen Anfall bei Adaptierungen die gleiche Menge im Verhältnis zum Input wie im Neubau unterstellt, und folglich mit 60,375% der Verpackungsabfälle im Neubau bzw. 11.879 Tonnen hochgerechnet wurde.

[157] Vgl. *ÖSTAT*: Gebäude- und Wohnungszählung 2001: Hauptergebnisse OÖ, S. 22, Übersicht 14.

Was den Bodenaushub betrifft, so wurde bereits beim Input für Adaptierungen darauf hingewiesen, dass „Bodenverdrängung“ nur im Zuge von Neubauten anfällt.[158]

5.3.3. Construction and demolition waste by demolition (and renaturation)

(5.3.3. Baurestmassen infolge von Abbrüchen (und kontrollierten Rückbauten)**)**

Die für den Abbruch angegebenen BRM wurden durch Gegenüberstellung des nach GWZ[159] 1991 und GWZ 2001 erhobenen, bzw. rekonstruierten Bestandes an Wohngebäuden[160] ermittelt, wobei die für ein Wohngebäude der jeweiligen Bauepoche angenommenen Materialien (Menge und Zusammensetzung eines Wohngebäudes im Gebäudelager)[161] art- und mengenmäßig den jeweiligen Fraktionen entsprechen.[162] Da sich aus der Gegenüberstellung des Gebäudebestandes von 1991 und 2001 die Zahl an Abbrüchen von 10 Jahren ergibt, konnte nicht exakt bestimmt werden wie viel Gebäude tatsächlich jedes Jahr abgerissen wurden, sodass dessen Jahresdurchschnitt an Abrissen als Grundlage zur Berechnung des Gebäudeabgangs 2002 diente.

Betrachtet man die Gesamtmenge an BRM, so fallen abgesehen von Bodenaushub (=beim Neubau), die größten Mengen beim Abbruch an. Dies gilt insbesondere für die **mineralischen Fraktionen** wie mineralischer Bauschutt und Betonabbruch, die beim Abbruch (ohne Boden) über **93% aller BRM** ausmachen. Zwar überwiegt deren Anteil auch mit 61% beim Neubau bzw. 78% bei Adaptierungen, doch ist der Anfall anderer Fraktionen bei den übrigen Bausparten sowohl verhältnismäßig, wie auch teilweise absolut weit höher. Die Menge an Flachglasabfällen, vor allem aber die Dämmstoffe bzw. die darin gebundenen Mineralfasern, sind beim Abbruch

[158] Glenck*, E., Lahner, T.V. et al,* BRIST…, S.. 64.
[159] Vgl. *ÖSTAT*: Gebäude- und Wohnungszählung 2001: Hauptergebnisse OÖ, S. 22, Übersicht 14.
[160] Wohngebäude werden hier definiert als Gebäude mit Wohnungen und umfassen= typische Wohngebäude wie Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser sowie sonstige Gebäude wie, Altenheime, Bauernhöfe, etc. die auch zur Wohnraumnutzung dienen „Gebäude mit Wohnungen“ – vgl. Kap.4.4.1.).
[161] Hier wurde zwischen Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser differenziert bzw. dessen bautypengewichteter Mittelwert herangezogen – vgl. Kap.4.4.2.
[162] Werden für ein Wohnhaus mit Baujahr zwischen 1945 und 1960 (bezüglich Bauepochen vgl. Tab.11, S 51) durchschnittlich 218,09 kg je m³ Bruttorauminhalt (BRI) angenommen (vgl. Tab. 10, S 50), so wird analog dazu für jeden Abbruch eines Wohnhauses der entsprechenden Bauepoche der Anfall von 218,09 kg Betonabbruch/m³ BRI angenommen. Selbiges gilt für die übrigen Fraktionen. Vgl. Kap. 4.4.3 und *Anhang*, S. 20ff.

gegenüber dem Output infolge von Adaptierungen um einiges geringer, da für beide Fraktionen aufgrund der großen Sanierungsleistung durch Fenster- und Fassadenerneuerung inkl. Wärmedämmung und mangels sonstiger Angaben, bei der Adaptierung die Outputmenge der Inputmenge gleichgesetzt wurde.[163] Alt- und Abbruchholz, Metallschrott und - wenn auch vom Gesamtgehalt nur marginal – Asphaltaufbruch, gehören allerdings weiter zu jenen BRM, die verglichen mit den restlichen Bausparten, anteilsmäßig am meisten bei Abbrüchen vorzufinden sind.

Tabelle 20 (S. 79) enthält überdies ganz rechts eine Spalte, welche für jede Fraktion die anfallende Menge infolge von Abbrüchen dem Gesamtanfall je BRM- Fraktion gegenüberstellt. Knapp **65% aller BRM (ohne Boden)** sind demnach auf **Abbrüche** zurückzuführen, wobei den Großteil dessen mineralische Fraktionen bilden. **Mit Ausnahme von Metallschrott** entfallen **mehr als 50% der übrigen Fraktionen** auf die beiden anderen Bausparten – **Neubau und Adaptierung**.

5.3.4. Construction and demolition waste of the entire residential building sector and a comparison with results of the prior study BRIO (1996) regarding the different results for spoil

(5.3.4. Baurestmassen aus dem gesamten Wohnbau und ein Vergleich der Ergebnisse mit der Vorstudie BRIO (1996) hinsichtlich der unterschiedlichen Ergebnisse für Bodenaushub**)**

Betrachtet man nochmals Tabelle 20 und die berechnete Gesamtmenge an BRM (ohne Boden) hinsichtlich des jeweiligen Anteils je Bausparte, so ergibt sich folgende Aufteilung: 7,66% aller BRM (ohne Boden) entfallen auf Neubauten, 27,55% auf Adaptierungen und 64,78%, auf Abbrüche, was einem **Verhältnis Neubau: Adaptierung: Abbruch** von **1: 3,6: 8,5** entspricht.[164] Wenngleich dieses Verhältnis nur den OÖ Wohnbau wiederspiegelt, so zeigt ein Vergleich dieser Verhältnisrechnung mit einer ähnlichen Gegenüberstellung dieser einzelnen Bausparten aus dem Bauwesen der Steiermark (Verhältnis Neubau: Umbau

[163] vgl. voriger Abschnitt 5.3.2: BRM infolge von Adaptierungen.
[164] Berechnung des Verhältnis Neubau: Adaptierung; Abbruch durch Relation von Anteil Neubau und Anteil Adaptierung (27,55/7,66= 3,6), sowie Relation von Anteil Adaptierung und Anteil Abbruch (64,78/27,55= 8,5).

(=Adaptierung): Abbruch = 1:2,5:10, gemessen am gesamten Hochbau in der Steiermark 1999'/2000') zumindest für Oberösterreichs Wohnbau gegenwärtig einen höheren Anteil der BRM infolge von Adaptierungen. Prognosen über die zukünftige Entwicklung des BRM Aufkommens gehen jedoch „bedingt durch die anzunehmende geringere Neubaurate – und damit verbunden mit einer verminderten Abbruchtätigkeit" von einer Verschiebung dieses Verhältnisses mit „1:5:10" zugunsten von Adaptierungen aus.[165] Dieser absehbare Trend kommt dem für Oberösterreichs Wohnbau gezeichnetem Bild sehr nahe.

Folgende Abbildung fasst die Gesamtoutputmengen wie schon für Input und Lager noch mal in einem Kreisdiagramm zusammen.

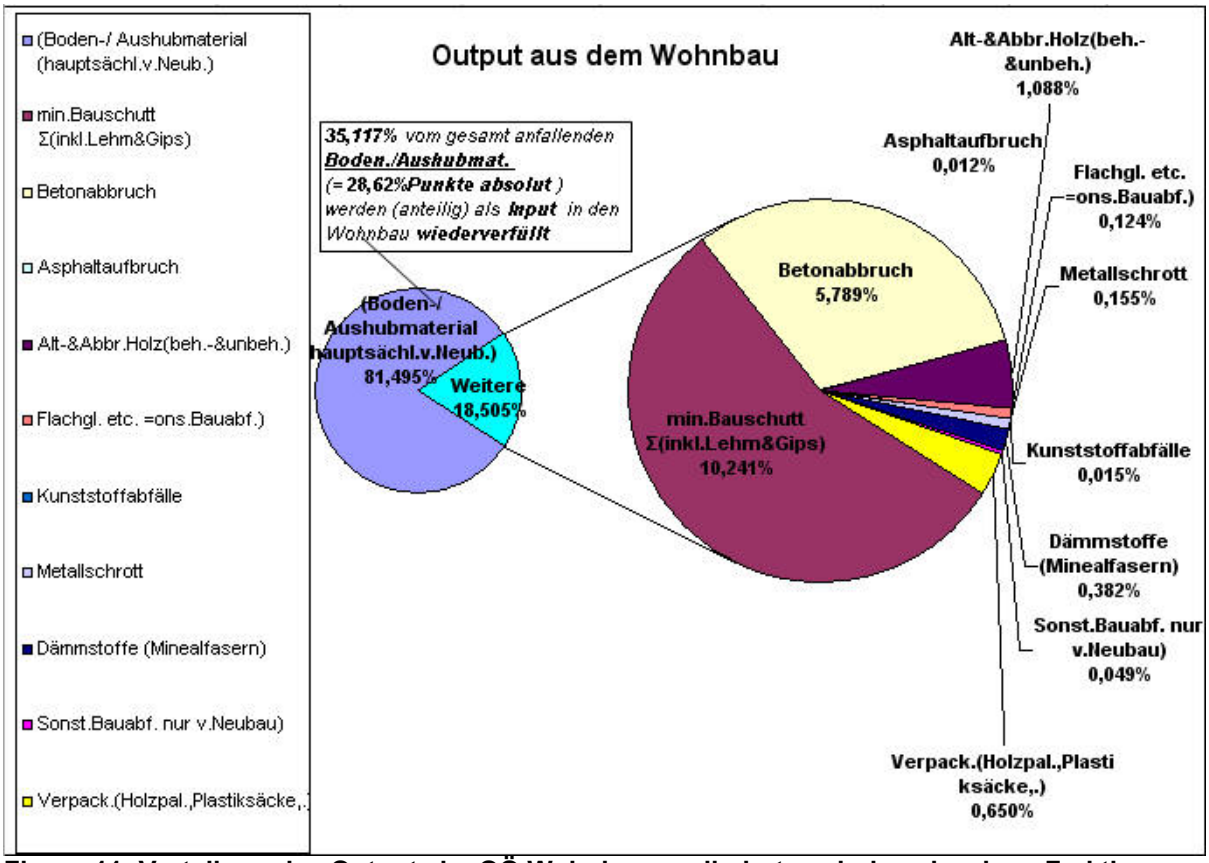


Figure 11: Verteilung des Outputs im OÖ Wohnbau gegliedert nach den einzelnen Fraktionen

Während ein Vergleich der Ergebnisse für BRM (Summe aller Fraktionen ohne Boden) mit knapp 0,9 Millionen Tonnen pro Jahr gesamt (vgl. Tabelle 20) innerhalb der von der Studie BRIO (1996) ermittelten Bandbreite von 0,8 bis 2 Millionen

[165] *GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen, Lahner, T.V.*: Bauwerk Österreich…, S..77.

Tonnen (BRM ohne Boden im OÖ Wohnbau) liegt[166], klaffen die Ergebnisse für Bodenaushub weit auseinander.[167]

Die in dieser Arbeit ermittelte Menge an **Bodenaushub** mit **2,87 t/Einw.**a bzw. fast **4 Millionen Tonnen/Jahr** gesamt (vgl. Tab. 20 und Abb. 11 - blau strafvierte Fläche im kleinen Kreis links), übersteigt die in der **Vorstudie BRIO (TU Wien 1996)** ermittelte Menge an **Bodenaushub** (Bereich Wohnbau) von **1,15 t/Einw.a** bzw.**1,6 Millionen Tonnen**[168] bei weitem. Darüber hinaus wurde für ausgewählte BRM von der **TU Wien 1999** eine weitere Studie (**BRIO-R**) publiziert, in der der anfallende **Bodenaushub** im Wohnbau mit lediglich **0,64t/Einw.a** bzw. **0,9 Millionen Tonnen** sogar noch geringer geschätzt wurde.[169] Bei genauerer Betrachtung des ermittelten Bodenaushubs im Wohnbau nach **BRIO (1996)** fällt jedoch auf, dass hier **input- und outputseitig** die **gleiche Menge** angenommen wurde, wobei für **In- und Output nur** die **entsorgte Menge** (1,6 Millionen Tonnen bzw. 40% des berechneten Anfalls von „2,6 bis 5,2 Mio. Mg/a“) **angegeben**, und die **restlichen 60%**, denen die Verwendung zum **„Massenausgleich“** unterstellt wurde, in der **Güterbilanz nicht aufscheinen!** Im Sinne des Gesetzt der Massenerhaltung wurde von der TU Wien (BRIO 1996) folglich die entsorgte Menge, die eigentlich einen Outputfluss darstellt, auch für den Input herangezogen.[170] Zieht man allerdings oben gewählte Bandbreite („**2,6 bis 5,2 Mio. Mg/a**“) heran und errechnet daraus die Pro Kopf Werte in t/Einw.a, so ergibt sich eine Aushubmenge von **1,9 t/Einw.a – 3,8 t/Einw.a**, die den Berechnungen dieser Arbeit sehr gut entspricht.[171]

Im Unterschied hierzu wurde in dieser Arbeit für **Bodenaushub** als **Input** nicht die entsorgte, sondern die **vom Output anteilig wiederverfüllte Menge** verwendet,

---

[166] Vgl. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al,* BRIO…, S. 99, Tabelle 4-22.
[167] Vgl. *Anhang*, S. 26.
[168] Vgl. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: BRIO, S. 100, Tabelle 4-23.
[169] Vgl. Anhang. S. 19ff. sowie *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: BRIO…, S. 100 und BRIO-R, Kurzfassung p. i. *Anhang* A 7.2. (S. 26) enthält überdies eine Tabelle in der der Gesamtanfall an BRM (Summe aller Baumaterialien/Fraktionen (ohne Boden)), sowie der Bodenaushub jeweils aus Wohnbau, sonstigem Hochbau und Tiefbau, ermittelt für OÖ auf Grundlage der Studie „Baustoffströme in Bayern“ (vgl. *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al*: Baustoffströme in Bayern), den entsprechenden Ergebnissen der Studie BRIO (TU Wien 1996) gegenübergestellt ist. Der Vergleich zeigt große Übereinstimmung bei den Baumaterialien, jedoch eklatante Abweichungen beim berechneten Bodenaushubaufkommen.
[170] *Glenck, E., Lahner, T.V. et al,* BRIO, S. 74, Kap. 4.1.4.1. Hochbau.
[171] Vgl. *ebenda*: S.74: Division der angegebenen Bandbreiten durch die damalige Einwohnerzahl (1373000 – vgl. *ebenda* Tabelle 2-1, S. 5).

wodurch **Input < Output** ist. Dieser Input bildet demnach einen direkten Recyclingfluss in den Wohnbau. Der Unterschied zwischen dem in dieser Arbeit für OÖ ermittelten Bodenaushub auf Grundlage der Ergebnisse der TU München (Baustoffströme in Bayern 2005) und jenen der TU Wien (BRIO 1996) ist folglich um die wiederverfüllte Menge zu relativieren. Dennoch muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass trotz Massenerhaltungsgesetz eine Unterschlagung dieser verfüllten Mengen zum Massenausgleich im Sinne einer vollständigen Materialflussanalyse jedenfalls kritisch hinterfragt werden sollte, zumal in der Studie BRIO (1996) auch für den restlichen Hochbau diese Mengen nicht aufscheinen!

Folgende Tabelle vergleicht die Ergebnisse für den jährlichen Anfall an Bodenaushub mit den Berechnungen der TU München (Baustoffströme in Bayern 2005) und jenen der TU Wien (BRIO 1996), wobei für letztere nicht die ausgewiesenen Entsorgungsmengen, sondern der als Bandbreite angegebene Gesamtanfall (einschließlich der unterschlagenen Mengen zur Verwendung als Massenausgleich) verwendet wurden.

Bodenaushub im Wohnbau *(**t/Einw.a**)*	**OÖ 2002** *(Ergebnisse dieser Arbeit)*	**OÖ 1996** *(Ergebnisse nach BRIO 1996)*	**Bayern 2003** (*Ergebnisse nach „Baustoffströme in Bayern" -2005)*
Output gesamt	**2,87 t Σ**	**1,89t – 3,8t Σ**[172]	**2,85 t Σ**

Table 21: Vergleich Ergebnisse Bodenaushub mit anderen Studien

5.4. Overall results of the material flow analysis in residential building in Upper Austria

(5.4. Gesamtergebnisse der Materialflussanalyse im OÖ Wohnbau**)**

Abschließend, nachdem Input, Lager und Output im Wohnbau in Kap. 5.1. – 5.3 ausführlich getrennt behandelt wurden, sind hier die Input-/Import und Output-/Exportflüsse[173] einschließlich der Lagerveränderung für die im gegenwärtigen

[172] Vgl. *ebenda*.
[173] Im folgenden (Kap.5.4) werden Input und Import sowie Output und Export synonym verwendet, da mit Ausnahme des unmittelbar wiederverfüllten Bodenaushubs inputseitig nur Importflüsse (welche die Systemgrenze „Bauwesen in OÖ" übertreten) und outputseitig nur Exportflüsse welche das Bauwesen

Gebäudebestand gebundenen Materialien als Flussschema dargestellt. Sämtliche Flüsse sind abhängig von ihrer jeweiligen Menge/Größe unterschiedlich stark (dünn für kleine Mengen, fett für große Mengen) gezeichnet.[174] Wie schon eingangs erwähnt, handelt es sich hierbei um ein vereinfachtes Flussdiagramm, welches die Outputflüsse als isolierte Exportflüsse aus dem Wohnbau bzw. dem OÖ Bauwesen hinsichtlich ihres weiteren Recycling- /Entsorgungsweges nicht weiter verfolgt, da dies erst nach Aggregieren mit dem sonstigem Hoch- und Tiefbau in Kap. 6.2. möglich ist.

Abbildung 12 zeigt ausschließlich die Input- und Outputströme. Die dazwischen liegende Lagerveränderung bedingt durch Input, Adaptierung und Abbruch (Zunahme der im Gebäudebestand gebundenen Materialien durch Input und Adaptierungsleistungen, sowie Abnahme infolge von Abbrüchen und kontrollierten Rückbau) wird erst durch Aufbrechen des Prozesses - Wohnbau in OÖ – in Abbildung 13 sichtbar. Da das folgende Flussdiagramm nur die Gesamtmengen für Input, Lager und Output zeigt, muss bezüglich der jeweiligen Anteile aus den unterschiedlichen Bausparten (Neubau, Adaptierung, Abbruch) auf die entsprechenden Erläuterungen und Tabellen in den vorigen Teilkapiteln (5.1.-5.3), sowie auf Anhang 7.1. verwiesen werden, wo sämtliche Tabellen noch mal als ein Schaubild zusammengefasst sind. Ferner wurden im Zuge der Systemabgrenzung des OÖ Wohnbaus alle wesentlichen Flüsse und Prozesse, sowie deren Beziehung zueinander bereits in Kap. 3.3.1 erläutert (vgl. u.a. auch Abb.2/3 S. 21).

Sämtliche In- und Outputwerte sowie die Angaben zur jährlichen Lageränderung verstehen sich als kg je Einwohner und Jahr, während die Werte für das Gesamtlager je Material in kg/Einw. angegeben sind.

OÖ verlassen berücksichtigt werden. Darüber hinaus werden keine internen Flüsse zwischen Wohnbau und sonstigem Hoch- und Tiefbau berücksichtigt.

[174] Die graphische Darstellung mit unterschiedlich dicken Flüssen – die Erstellung sogenannter „Sankeydiagramm“ - erfolgt mithilfe des Programms STAN –Stoffflussanalyseprogramm der TU Wien. (vgl. STAN).

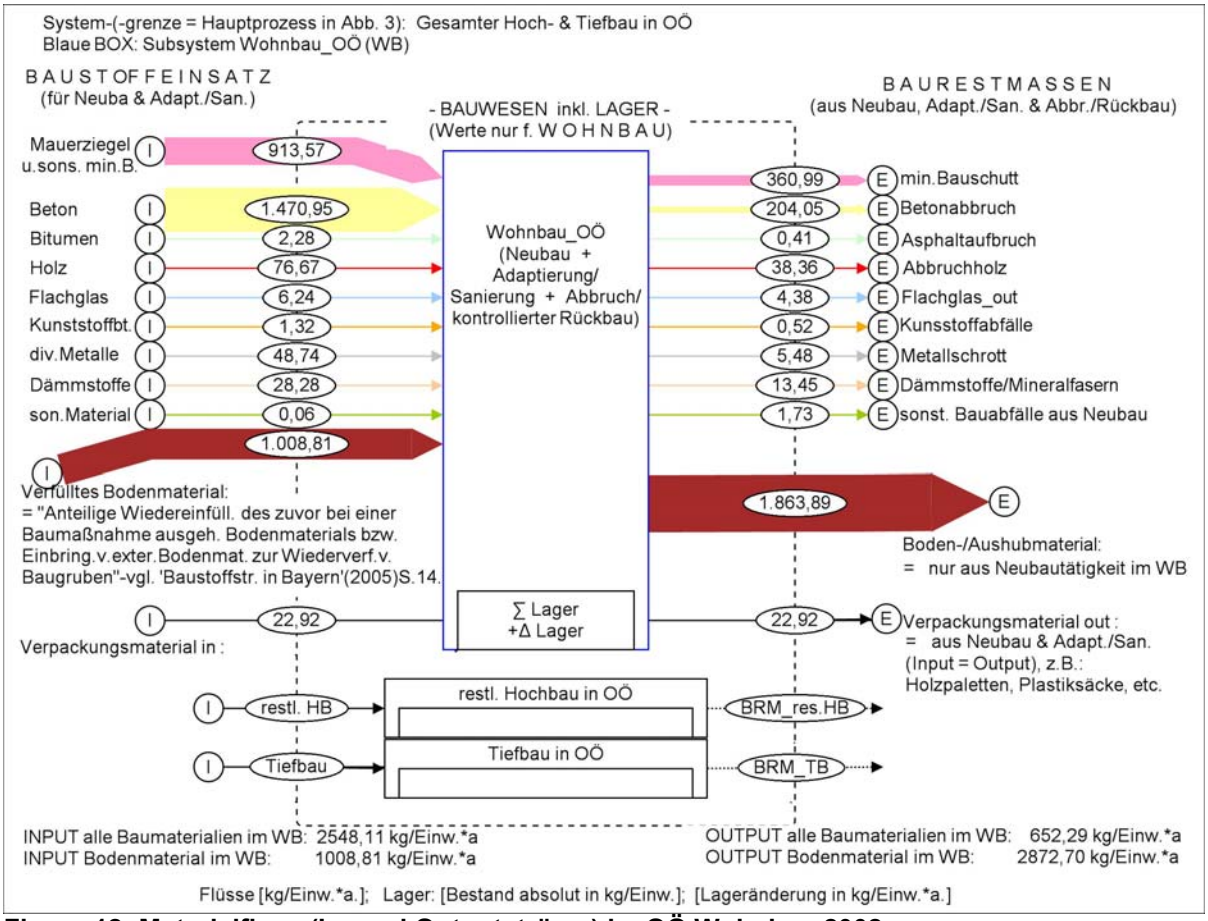


Figure 12: Materialfluss (In- und Outputströme) im OÖ Wohnbau 2002

Entsprechend dem Gesetz der Massenerhaltung müssen sämtliche, dem Wohnbau als Input zugeführten Materialien, entweder als Zugang im Lager oder als Abgang outputseitig (bzw. anteilsmäßig lager- und outputseitig) aufscheinen. Betrachtet man alle In- und Outputflüsse aus dem Wohnbau so wird ersichtlich dass in Summe (ohne Boden) mit 2548,11kg/Einw.a. infolge von Neubauten und Adaptierungen mehr Material als Input 2002 in den Wohnbau hineinging, als outputseitig (mit 652,29kg/Einw.a) anfiel.

Einen Sonderfall stellt abermals die Menge an Bodenaushub dar. Outputseitig wurde für Bodenaushub ein Anfall von 2872,7 kg/Einw.a errechnet, wobei ca. 1/3 davon bzw. 1.008,81 kg/Einw.a. inputseitig zum Massenausgleich als wiederverfülltes Bodenmaterial eingesetzt, und die verbleibenden 1.863,9 kg/Einw.a. einer anderwärtigen Entsorgung (vgl. Kap. 6.2) zugeführt werden. Da inputseitig nur der wiederverfüllte Anteil an Bodenaushub, outputseitig jedoch der Gesamtanfall (einschließlich der wiederverfüllten Menge) berücksichtigt wurde, geht die

Darstellung dieses Flusses nicht konform mit dem Gesetz der Massenerhaltung. Analog dazu ist auch die in Abb. 13 dargestellte Lageränderung zu relativieren, welche sich nur auf die Menge an wiederverfülltem Boden bezieht, die mit jedem Neubau letztlich wächst, von Adaptierungen und Abbrüchen aber unberührt bleibt und damit grundsätzlich als letzte Senke interpretiert werden kann. Vom gesamten Bodenaushub, welcher infolge von Neubauten anfällt, wird somit mehr als 1/3 für Wiederverfüllung verwendet.

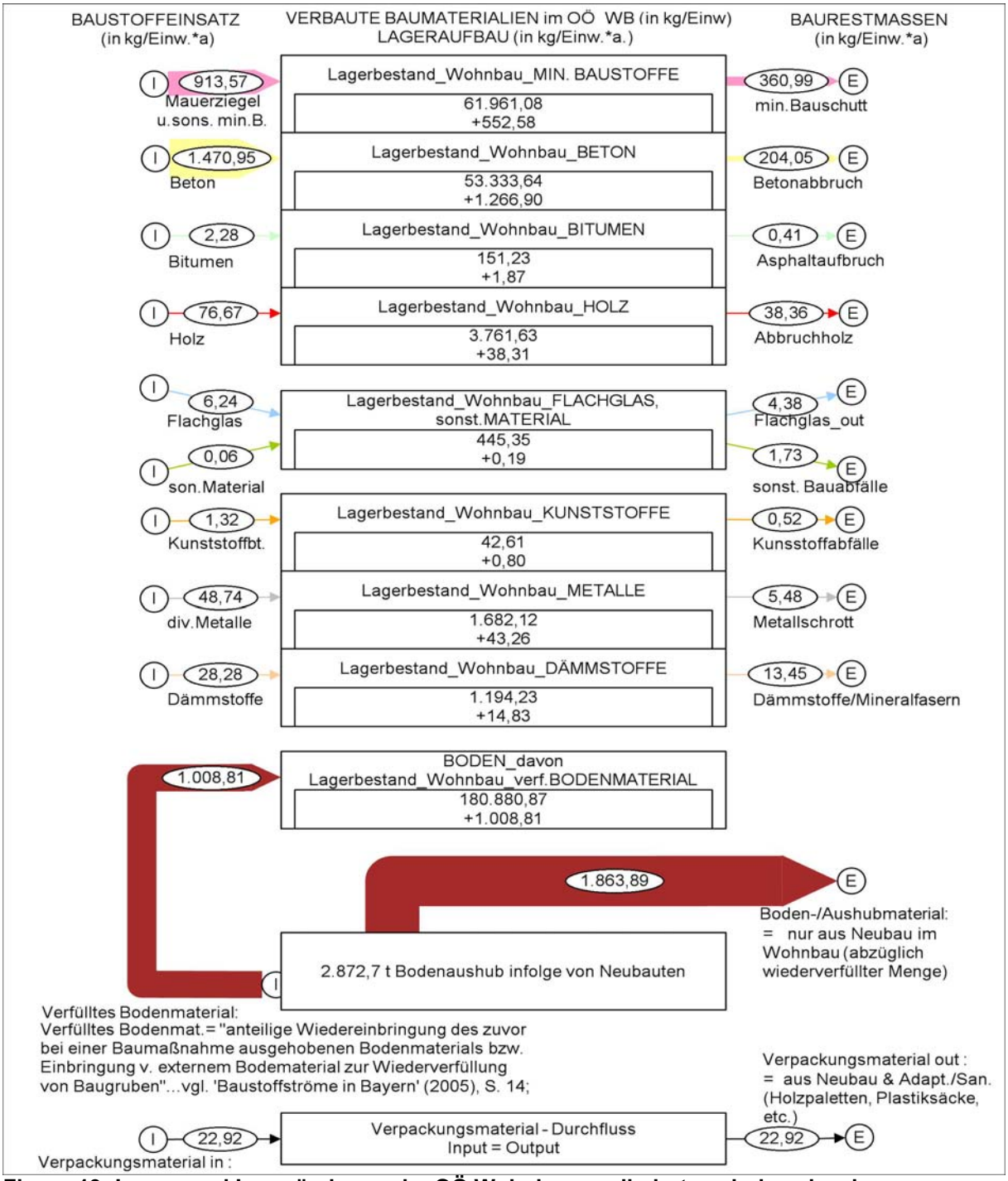


Figure 13: Lager- und Lageränderung im OÖ Wohnbau gegliedert nach den einzelnen Baumaterialien

Abb. 13 zeigt für jede Materialgruppe, welche Menge als BRM den Wohnbau verlässt und welcher Teil im Lager verbleibt. Wenngleich alle Baumaterialien eine Lagerzunahme verzeichnen, so weisen Holz, Flachglas und Dämmstoffe (bzw. deren Fraktionen Alt- und Abbruchholz, Flachglasabfälle sowie alte Dämmstoffe und darin gebundene Mineralfasern) gemessen an jenem Teil, der verhältnismäßig zum Lagerzuwachs als Output anfällt, die größten Mengen auf. Dies ist mitunter darauf

zurückzuführen, dass diese Materialien vermehrt bei Adaptierungen (Auf-, Um- und Zubauten sowie Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten) eingesetzt und erneuert werden. (vgl. Kap. 5.3.1 Tab.20 S. 79)

Grundsätzlich lässt sich jeder Materialgruppe inputseitig eine entsprechende Fraktion outputseitig gegenüberbestellen, womit die Lagerzunahme der wichtigsten Materialien getrennt ermittelt werden kann. Für Flachglas und sonstige Materialien musste jedoch ein gemeinsames Lager angenommen werden, da für die äußerst geringe Menge an sonstigen Materialien , welche inputseitig für Neubauten mit 0,06 kg/Einw.a berücksichtigt wurde, dieser im Gebäudelager gebundener Anteil von der TU München („Baustoffströme in Bayern“ 2005) nicht gesondert, sondern gemeinsam mit Glas ermittelt wurde. [175] Die sonstigen Bauabfälle beziehen sich wiederum ausschließlich auf Neubauten und können kleine Anteile anderer Fraktionen wie Kunststoffabfälle, etc beinhalten (vg. Tab. 20 S. 79).

Was die Verpackungsabfälle betrifft, so können diese aufgrund ihrer unterschiedlichen Materialzusammensetzung (z.B. Holzpaletten, Metallkanister, Papiersäcke, Plastikeimer, etc.) nicht ausschließlich einer Materialgruppe zugeordnet werden und erscheinen so als zusätzliche BRM Fraktion infolge von Neubauten und Adaptierungen im Wohnbau.

Zusammenfassend kann bei Betrachten der letzten Abbildung festgehalten werden, dass trotz **zunehmender Bedeutung nichtmineralischer Baumaterialien im Wohnbau**, abgesehen von der überproportionalen Menge an Boden, nach wie vor die **mineralischen Baumaterialien** bzw. analog dazu deren **Fraktionen mineralischer Bauschutt und Betonabbruch überwiegen**. Gemessen an dem im Bauwerksbestand gebundenen Lager, rangieren typische Materialien wie Mauerziegel, etc. nach wie vor an erster Stelle. In Bezug auf den jährlichen In- und Output aber, hat die Menge an Beton bzw. Betonabbruch die mineralischen Baustoffe auch im Wohnbau bereits überholt.[176]

[175] Vgl. Tab. 10, S.51 bzw. *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Baustoffströme in Bayern…, S. B5: „anorganisch (Stahl, etc.)“. Letzterer Gruppe wurde unterstellt, dass diese sämtliche Metalle einschließlich Eisen und gemischte Legierungen subsumiert. Folglich wurden der Gruppe „anorganisch (Glas, etc.) die sonstigen Materialien zugerechnet.

[176] Vgl. dazu Kap. 5.2. Abb. 10: Zusammensetzung des Lagers im Wohnbau gegliedert nach Epochen, S. 76.

6. Projection for the overall accrual of construction and demolition waste in Upper Austria

(6. Hochrechnung der BRM im Wohnbau auf den gesamten Hoch- & Tiefbau in OÖ**)**

Um den weiteren **Verwertungs- und Entsorgungsweg** der im vorigen Kapitel ermittelten BRM zu analysieren, muss zunächst eine Abschätzung des BRM- Anfalls im gesamten OÖ Bauwesen erfolgen (Kap. 6.1), um diese schließlich (in Kap. 6.2) der, in der OÖ Abfallwirtschaft, aus dem OÖ Bauwesen registrierten Menge an Abfällen gegenüberzustellen und hinsichtlich ihres Verbleibs im Detail analysieren zu können. In Kap. 6.1.3.2 werden zusätzlich auch die häufigsten **Gefahrenstoffe**, welche gegenwärtig von Baurestmassen ausgehen, kurz angeschnitten. Was die Schlussfolgerungen zum Verbleib der BRM in der OÖ Abfallwirtschaft betrifft, so erfolgt gegen Ende des Kapitels 6.2.2 überdies ein abschließender Abgleich der zuvor getroffenen Schlussfolgerungen und Annahmen mit den Ergebnissen einer, im Zuge dieser Arbeit durchgeführten **Sonderauswertung** über sämtliche von der OÖ Umweltrechtsabteilung verwalteten **BRM- Nachweisformulare** der Stadt- Linz zu den 2006 erteilten Abbruchgenehmigungen (vgl. auch Erläuterungen hierzu in Kap. 4.5.1 S 62- S 64).

6.1. The material flow in the entire construction and building industry of Upper Austria

(6.1. Der Materialfluss in der gesamten Bauwirtschaft OÖ**)**

Im Folgenden wird nun der gesamte Materialfluss einschließlich sonstigem Hoch- und Tiefbau in OÖ betrachtet. Analog zur in Kap. 4. 5 beschriebenen Hochrechungsmethodik (S. 60ff.), wurde hierfür basierend auf den Ergebnissen des Wohnbaus (Kap. 5) gemeinsam mit Daten früherer Studien – insbesondere mit der OÖ Studie BRIO aus dem Jahr 1996[177] – Input, Lager und Output des gesamten OÖ Bauwesen ermittelt. Wenngleich zu diesem Zwecke ausschließlich eine Hochrechnung des Outputs genügt hätte, so wurde dennoch auch Input und Lager

[177] Vgl. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: BRIO.

des gesamten Bauwesens zu schätzen versucht, um letztlich Rückschlüsse über die zukünftigen - derzeit noch als Baumaterialien im Hoch- und Tiefbaulager gebundenen – BRM zu erhalten. Trotzdem liegt der Fokus auf die Menge an BRM und deren Verbleib in der OÖ Abfallwirtschaft, weshalb detaillierte Erläuterungen wie in Kap.5 über die Zusammensetzung aus den jeweiligen Bausparten (Neubau, Adaptierung und Abbruch) entfallen. Auf die Projektionsschwierigkeiten insbesondere für den Tiefbau wurde bereits in Kap. 4.5.2 hingewiesen. Infolgedessen wird bezüglich der jeweiligen Anteile aus Wohnbau, sonstigem Hoch- und Tiefbau nur auf die Gesamtsumme der Baumaterialien, die Menge an Bodenaushub bzw. vereinzelt auf mineralische Materialien oder Fraktionen eingegangen, wobei sich diese Mengenangaben je Bausparte auf das **Jahr 2006** beziehen. Ansonsten wird auf die detaillierten Tabellen im Anhang (A.7.2) verwiesen, in denen analog zu den Tabellen für Input, Lager und Output im Wohnbau (Kap 5) für jede Materialart bzw. Fraktion die exakte Zusammensetzung gegliedert nach Wohn-, sonstigem Hoch- und Tiefbau in kg/Einwohner und Jahr(=2001), sowie in Tonnen/Jahr(=2001) ausgewiesen ist, aufgrund des Bezugsjahres 2001 aber von den Mengenangaben je Bausparte im Text (=Bezugsjahr 2006) leicht abweichen bzw. etwas niedriger sind.[178]

Darüber hinaus sind in diesen Tabellen (**Anhang A.7.2**) die berechneten Mengen für Bodenaushub sowie die Gesamtsumme an Baumaterialien (ohne Boden) den **Ergebnissen der Ausgangsstudie „BRIO - Baurestmassen in Oberösterreich" aus dem Jahr 1996 gegenübergestellt**. Die Ergebnisse (Mittelwerte) dieser Güterbilanz (Kap. 6) liegen abgesehen für Boden alle innerhalb, jedoch am unteren Ende, der Bandbreiten welche in der Studie BRIO ermittelt wurden. Bedenkt man, dass sich die BRIO- Studie hinsichtlich der verwendeten Daten auf den Zeitraum 1990 bis 1994 bezieht[179], seither der Bauumsatz, insbesondere der outputseitige Anfall an BRM zugenommen hat und die darin einst gewählten Bandbreiten sich nur am unteren Ende ihrer Skala mit den Ergebnissen dieser Arbeit decken, so kann gefolgert werden dass die Gesamtmenge sowohl input-, lager- und outputseitig damals überschätzt wurde.[180] Bezüglich der berechneten Menge an Bodenmaterial wurde bereits in Kap. 5.3.4. darauf hingewiesen dass, aufgrund der Tatsache, dass

[178] Vgl. *Anhang*, S. 24ff.: Ergebnisse je Bausparte nur für 2001, Gesamtmengen aller Bausparten (gesamtes Bauwesen zusammen) auch für 2006.
[179] Vgl. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: BRIO: „Zeitliche Grenze" S. 7.
[180] Eine Übereinstimmung des OÖ Wohnbaus mit dem Bayrischen Wohnbau hinsichtlich der verwendeten pro Kopf Daten, welche die Basis dieser Güterbilanz bilden, wird dabei unterstellt.

in dieser Arbeit, analog zur Studie „Baustoffströme in Bayern“[181] (2005) nur der wiederverfüllte Bodenaushub inputseitig, outputseitig jedoch der mengenmäßig weit größere Gesamtanfall an Bodenaushub betrachtet wurde, ein Gegenüberstellung der Daten nur teilweise möglich ist. (vgl. u.a. Tab. 21 S. 86).

Die Projektion der berechneten Mengen vom Jahr 2001’ auf 2006’ erfolgte, mangels sonstiger aktuellerer Daten, über den Anstieg der Einwohnerzahl, wobei als Basis die für 2001’ ermittelten Pro Kopfwerte dienten.[182]

6.1.1. Input in the construction an building industry of Upper Austria

(6.1.1. Input in das OÖ Bauwesen**)**

Folgende Grafik veranschaulicht den gesamten Input in das OÖ Bauwesen, wobei aufgrund der großen Menge an wiederverfüllten Boden, der Anteil der restlichen Baumaterialien (ohne Boden) gesondert herausgestellt ist (rechter großer Kreis). Die **% Angaben** sind jedoch als absolute zu lesen und beziehen sich auf ihren **Anteil gemessen am Gesamtinput einschließlich Boden**. Die Menge in Tonnen/Jahr ist der Legende rechts zu entnehmen.

[181] *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Baustoffströme in Bayern.
[182] Betrachtet man die rückläufige Neubauquote im OÖ Wohnbau seit 1997 (vgl. *ÖSTAT*: Bericht über Wohnbautätigkeit p. 13), so darf dieser Trend bei Unterstellung einer Zunahme des Gesamtinputs in das OÖ Bauwesen von 2001 auf 2006 analog zur gestiegenen Einwohnerzahl nicht unberücksichtigt bleiben. Dennoch kann angesichts einer steigenden Zahl an Sanierungen im Wohnbau sowie einer allgemeinen Zunahme des Umsatzes im OÖ Bauwesen gemessen am regionalen BIP (vgl. Anstieg von 2002 auf 2004 Tab. 3 Kap. 3.2. S. 15) von einer Gesamtzunahme ausgegangen werden.

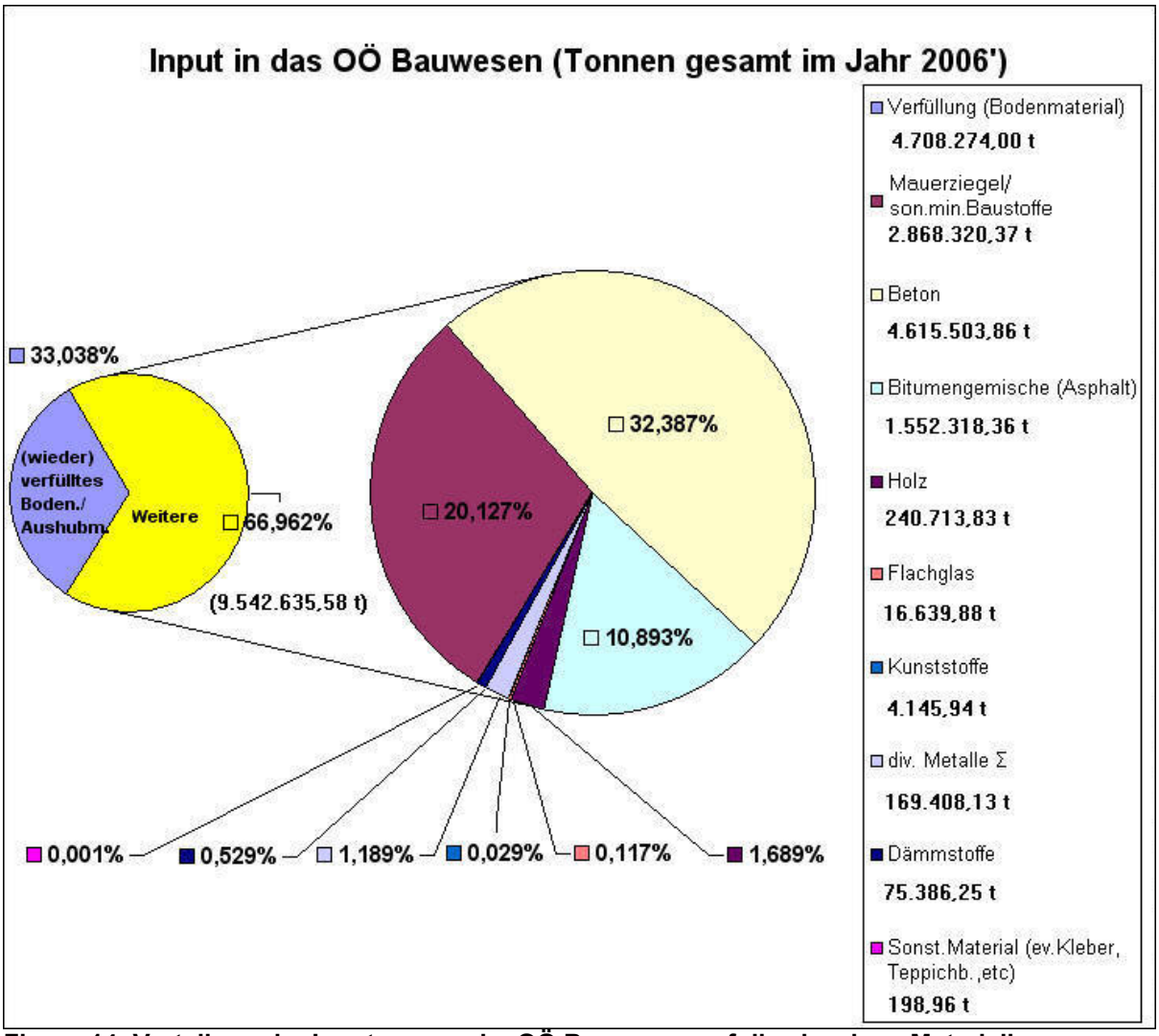


Figure 14: Verteilung der Inputmengen im OÖ Bauwesen auf die einzelnen Materialien

Wie schon beim Input im Wohnbau mehrfach erläutert, ist die große Menge an **wiederverfüllten Bodenaushub** – mit **4,7 Millionen t/a** (bzw. 2 t/Einw.a) auch hier als, großteils direkt, wiederverfüllter Bodenaushub zum Zwecke des Massenausgleichs (Gelände- Kürnettenverfüllung, etc.) zu interpretieren. Mit gut 2 Mio. t/a ist der Anteil an wiederverfülltem **Bodenmaterial im Tiefbau am größten**, wobei davon ausgegangen wird, dass mehr als die Hälfte dessen im Straßenbau (Anpassung von v.a. Autobahnen und Bundesstraßen an „topographische Gegebenheiten“[183]) eingesetzt wird. Knapp 1,4 Mio. t/a gehen in den Wohnbau und der Rest mit knapp 1,2 Mio. t/a in den sonstigen Hochbau.

Von den verbleibenden **9,5 Millionen Tonnen Baumaterialien ohne Boden** (bzw. knapp 6,8t/Einw.a) entfällt mit 4,6 Mio. t fast die Hälfte auf Beton, gefolgt von 2,9 Mio.

[183] *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: BRIO…, S. 75.

t Mauerziegel (u.a. Mineralische) und knapp 1,6 Mio. t Asphalt bzw. Bitumengemische. Mit Ausnahme des hohen Asphaltanteils der fast ausschließlich dem Tief- bzw. Straßenbau zugerechnet werden kann, zeigt sich für das gesamte Bauwesen eine Ähnlichkeit zu der Verteilung der Inputströme im Wohnbau. Wenngleich nichtmineralische Materialien zunehmend im Bauwesen an Bedeutung gewinnen, so ist ihr Anteil absolut gesehen immer noch gering.

Trotz des hohen Asphaltanteils im Tiefbau stellt der Wohnbau bezüglich des Gesamtmaterialverbrauchs ohne Boden mit 38% bzw. 3,6 Mio. t 2006' vor dem sonstigen Hochbau (= 34%) und dem Tiefbau (= 29%) die materialintensivste Bausparte im gesamten Bauwesen dar.

6.1.2. Stock in the Upper Austrian construction an building industry

(6.1.2. Lager im OÖ Bauwesen**)**

Beim Lager, bzw. den im OÖ Hoch- und Tiefbaubestand gebundenen Materialien, ist wie schon im Wohnbau, bei der Interpretation der Menge an Boden – welche für OÖ erstmals ermittelt wurde -, Vorsicht geboten, zumal diese nur die wiederverfüllte Menge ausweist und analog zum Wohnbau mit großen Unsicherheiten behaftet ist (vgl. Erläuterungen Kap. 5.2 S. 74). Mit knapp **1100 Mio. t** (= 782 t/Einw.) bildet **wiederverfüllter Bodenaushub** zwar auch lagerseitig die größte Menge, jedoch ist diese Menge für die Abfallwirtschaft ohne Bedeutung, zumal dieses Bodenmaterial grundsätzlich am Ort des Massenausgleichs verbleibt. Lediglich Bodenmaterial von sogenannten Verdachtsflächen und Altstandorten (z.B. Tankstelle), welche vom Umweltbundesamt zu 96%[184] im Verdachtsflächenkataster erfasst sind, gelten als ökologisch problematisch und damit kontrollbedürftig.

[184] Vgl. *Siller, R., Valtl, M., Weihs, S.*: Verdachtsflächenkataster und Altlastenatlas (2007), S. 16.

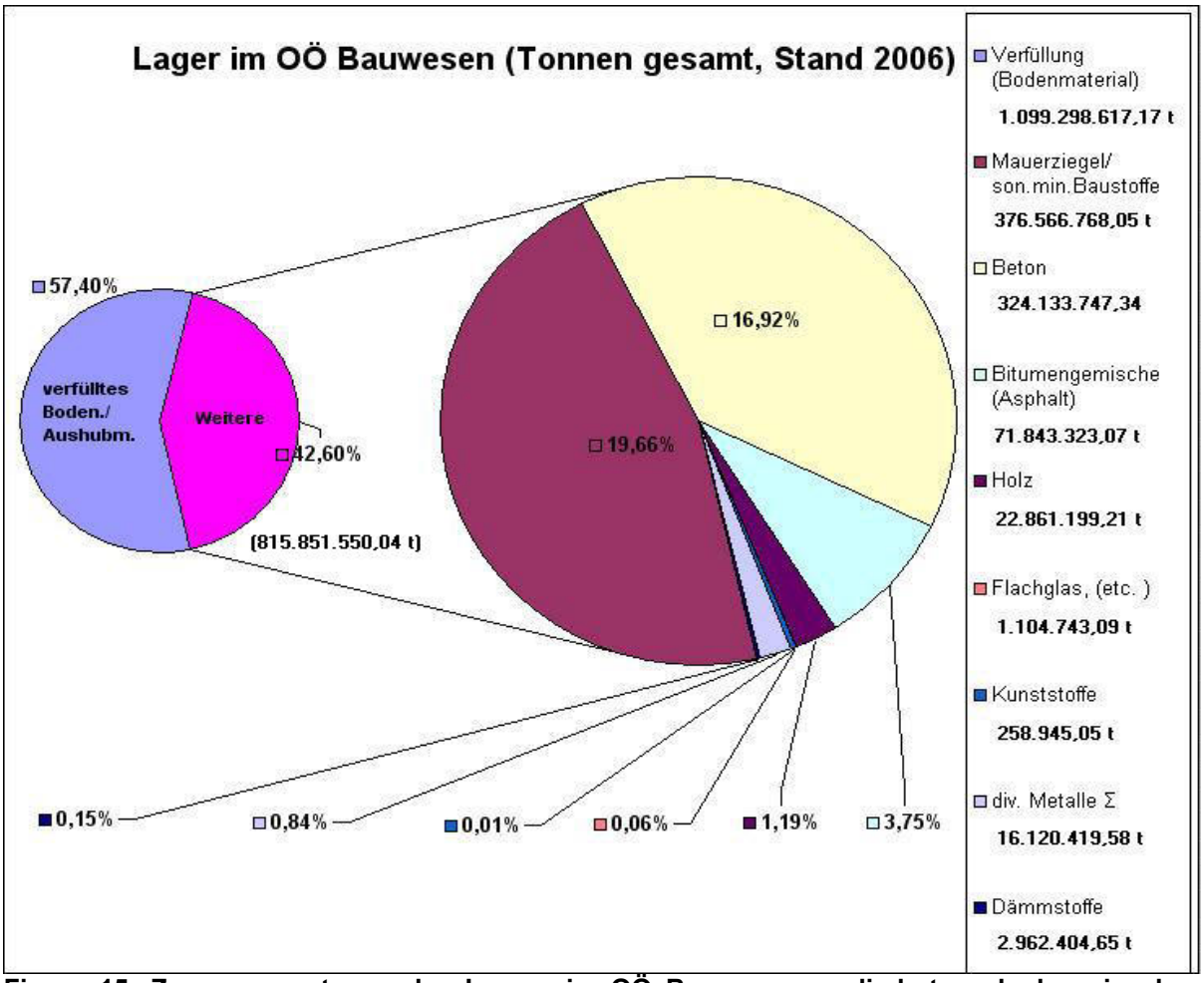


Figure 15: Zusammensetzung des Lagers im OÖ Bauwesen gegliedert nach den einzelnen Materialien

Obiges Diagramm zeigt wie schon jenes für den Input eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Wohnbau. Während inputseitig, abgesehen vom Boden, Beton die größte Menge darstellt, bilden im Lager nach wie vor die mineralischen Baumaterialien den größten Anteil. Aufgrund des zunehmenden Betonanteils kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich das zukünftige Lager (2050' oder früher) zu überwiegendem Teil aus Beton zusammensetzten wird (vgl. Kap. 7.1). Ähnlich dem Input ist der Anteil an nichtmineralischen Stoffen im Baulager noch gering und beschränkt sich mengenmäßig überwiegend auf Holz und Metalle. Ein Anstieg dieser Materialien ist analog zum Input aber auch beim Lager langfristig zu erwarten (vgl. Kap. 7.1).

Insgesamt beläuft sich die Menge an im Lager gebundenen **Baumaterialien (ohne Boden)** auf **816 Millionen Tonnen** (= 580t/Einw.), wobei im Unterschied zu Input und Output, beim Lager mit 63% bzw. knapp 512 Mio. t der größte Teil auf den Tiefbau fällt, gefolgt von 172 Mio. t (= 21%) im Wohnbau und 132 Mio. t im sonstigen

Hochbau. Ein ähnliches Bild zeigt sich für wiederverfülltes Bodenmaterial, welches mit 59% ebenfalls großteils im Tiefbau gebunden ist, gefolgt von 21% im Wohnbau und 16% im sonstigen Hochbau.

6.1.3. Output of the Upper Austrian construction and building industry

(6.1.3. Output aus dem OÖ Bauwesen**)**

Neben der rein quantitativen Interpretation der berechneten Menge an BRM in Kap. 6.1.3.1 (analog zur Analyse der Input- und Lagermengen weiter oben) werden outputseitig darüber hinaus auch die möglichen, in BRM enthaltenen Schadstoffe kurz analysiert (Kap. 6.1.3.2).

6.1.3.1. Output quantities of the Upper Austrian construction and building industry

(6.1.3.1. Outputmengen aus dem OÖ Bauwesen**)**

Betrachtet man die Outputströme aus dem Bauwesen, so überwiegt auch hier die Menge an Bodenaushub, wobei das Verhältnis noch unproportionaler als für Input und Lager ausfällt. Die **9,3 Millionen Tonnen Bodenaushub** (= 6,6t/Einw.a) beinhalten jedoch gleichzeitig jene Menge an **Bodenmaterial**, welches **zum Massenausgleic**h, quasi als Recyclingfluss, großteils direkt wieder verfüllt und folglich inputseitig mit 4,7 Mio. t (vgl. Kap. 6.1.1) berücksichtigt wurde. Bodenaushub fällt sowohl im Hoch- wie im Tiefbau grundsätzlich nur infolge von Neubautätigkeiten an. Für Adaptierungen wird eine „Bodenverdrängung von Null angenommen“[185]. Der größte Teil entfällt hier mit 43% bzw. 4 Mio. t auf den Wohnbau, während dessen Anfall aus dem sonstigem Hochbau 3,5 Mio. t (=38%) und im Tiefbau knapp 1,8 Mio. t (=19%) ausmacht.

[185] *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: BRIO, S. 74.

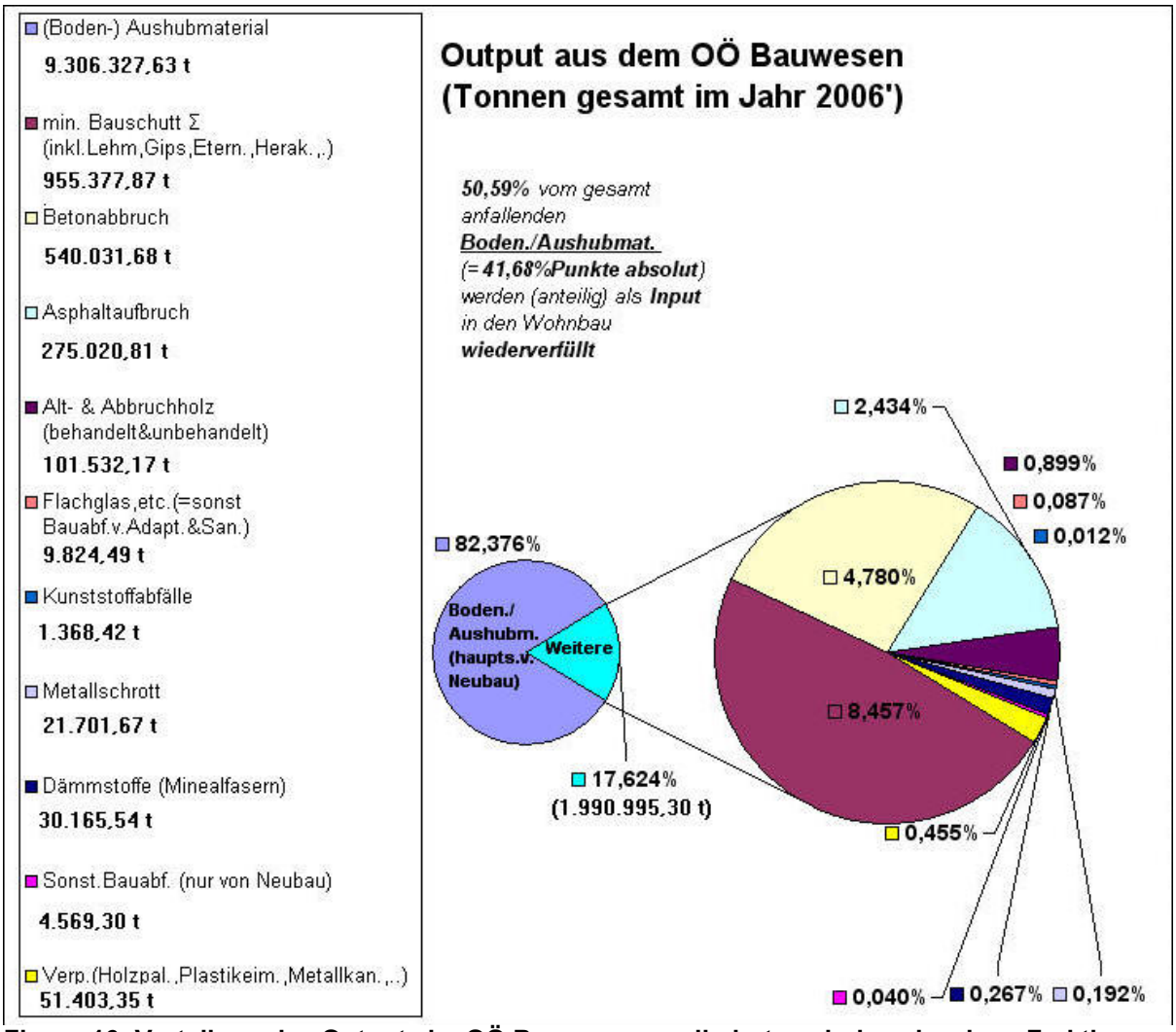


Figure 16: Verteilung des Outputs im OÖ Bauwesen gegliedert nach den einzelnen Fraktionen

Von den gesamt verbleibenden knapp **2 Millionen Tonnen Baurestmassen (ohne Bodenaushub)** entfallen fast 90% auf mineralische Bauabfälle, wobei Bauschutt davon den Großteil ausmacht verhältnismäßig wenig auf Betonabbruch entfällt. Dies kann vor allem auf den gegenwärtig noch hohen Lagerbestand an mineralischen Baumaterialien zurückgeführt werden. Betrachtet man die einzelnen Bausparten, so verursacht der Wohnbau nicht nur hinsichtlich Bodenaushub, sondern auch bei den sonstigen Baurestmassen mit 0,9 Mio. t bzw. 46% die größte Menge an Abfällen. Mit ca. 0,5 Mio. t entfallen hingegen nur je 27% auf den sonstigen Hoch- bzw. Tiefbau.

Insbesondere unter den mineralischen BRM wie Bauschutt und Betonabbruch muss weit mehr als die Hälfte dem Wohnbau und hier vor allem den Abbruchtätigkeiten zugeschrieben werden. Aber auch unter den nichtmineralischen Baurestmassen wie Alt- und Abbruchholz, Flachglas, Kunststoffabfälle und Dämmstoffe entspringt der Großteil dem Wohnbau. (vgl. Kap. 5.3) Eine nicht unwesentliche Menge kommt

ferner den Verpackungsabfällen zu, welche, wie bereits im Zuge des BRM- Anfalls im Wohnbau geschildert, unterschiedlichste Fraktionen umfassen können (z.B. Metallkanister, Plastikeimer, Holzpaletten, Papierverpackungen, etc.).

Analog zum Metallanteil in Input und Lager wird auch outputseitig angesichts des metallintensiven Schienenbaus ein erhöhter Anfall von Metallschrott im Tiefbau angenommen.

6.1.3.2. Possible harmful substances in construction and demolition waste

(6.1.3.2. Mögliche Schadstoffe in Baurestmassen**)**

Betrachtet man den BRM- Anfall nicht nur quantitativ sondern auch qualitativ, so zeigt sich zum einen dass die diversen Fraktionen großteils ein hohes Recyclingpotential besitzen (vgl. Kap. 6.2), auf der anderen Seite aber auch gewisse Gefahrenstoffe in sich bergen.

Eine ökologische Bewertung aller Fraktionen entsprechend ihrer SN- Klassifizierung wird hier unterlassen, zumal zum einen die österreichische Stoffnummerierung in Zukunft durch europäische Abfallcodes, wie man sie gegenwärtig bereits in Deutschland anwendet, ersetzt wird und zum anderen gewisse Fraktionen wie Bauschutt – v.a. sofern als belastet oder gefährlich verunreinigt eingestuft - auch nichtmineralische Materialien wie Dämmstoffe, Metalle, etc. enthalten können, was zu einer Doppeltmehrfachnennung dieser Schadstoffe führen würde.

Bei Bodenaushubmaterial ist v.a. **ölverunreinigter Boden**, welcher vorwiegend bei Industriebauten oder sonstigen Hochbauten (z.B. Tankstellen) vorkommen kann, den gefährlichen Bauabfällen zuzuordnen. Bei mineralischem Bauschutt unterscheidet man zwischen un- bzw. gering belasteten, „belasteten und schadstoffverunreinigten Bauschutt“. [186] Während unbelasteter Bauschutt ideal für Recyclingzwecke ist und

[186] *Reisinger, H., Scheibengraf, M.*: Abfallvermeidung und – Verwertung von Baurestmassen …, S. 26: Für „unbelasteten bzw. gering belasteten Bauschutt“ muss der nichtmineralische Anteil < 10% sein, während für verunreinigten dieser Anteil höchstens 50% sein darf. Dieser Fremdanteil darf aber keine als gefährlich eingestuften Materialien wie Asbest enthalten, da ansonsten die Klassifizierung schadstoffverunreinigter Bauschutt gilt, für den besondere Behandlungsvorschriften und wie für alle gefährlichen Abfälle auch extra spezielle Nachweispflichten zu erfüllen sind.

auch **belasteter Bauschutt** (nichtgefährliche nichtmineralische Fremdanteile < 50%) nach entsprechender Behandlung zumindest teilweise einem Recycling zugeführt werden kann, geht von schadstoffverunreinigtem (mehr als 1% an gefährlichen Schadstoffe) - z.B. asbestangereichertem Bauschutt – besondere gesundheitliche und ökologische Risiken aus. Beton, welcher entsprechend der Klassifizierung SN 31427 nur dann vorliegt wenn dieser nur geringfügig mit nichtgefährlichen Fremdanteilen verunreinigt ist, weist grundsätzlich keine besonderen Risiken auf. Viele der nichtmineralischen Fraktionen werden oft unter die große Gruppe gemischte Baustellenabfälle subsumiert. Grundsätzlich können somit in zumindest kleiner Form in allen Fraktionsgruppen Gefahrenstoffe enthalten sein, wenngleich Materialien wie Dämmstoffe ein erhöhtes Gefährdungspotential aufweisen. *Reisinger, et al*, nennen in diesem Zusammenhang u.a. Stoffe wie **Asbest, PCB[187], FCKW[188], PAK[189], PCP[190], Lindan** sowie im Zusammenhang mit **organischen Holzschutzmitteln** die „Elemente **Arsen, Bor, Cadmium, Chrom, Flur, Kupfer, Quecksilber, Zinn und Zink**“. [191] Asbest, bekannt für seine in gelöster Form **kanzerogene Wirkung** infolge lungengängiger Mineralfasern wurde in den 60er, 70er und 80er Jahren zur „Wärme- und Schalldämmung“, aber auch „als Bestandteil von PVC-Belägen auf Böden und Wänden“ eingesetzt[192] und fällt gegenwärtig v.a. im Zuge von Adaptierungs- und Abbrucharbeiten an. Insbesondere **Eternitplatten,** die mit Asbestzement versehen sind müssen folglich vom sonstigen Bauschutt aussortiert werden. Im Zusammenhang mit Asbest ist hervorzuheben, dass im Zuge der Harmonisierung des europäischen Abfallkataloges seit 1.1. 2007 auch **schwach gebundener Asbest** wie Asbestzement und Asbestzementstäube den **gefährlichen Abfällen** unterliegen.[193] Eine weitere Gefahr stellen **geschäumte Dämmstoffe** dar, welche das darin gebunden **FCKW** nicht unmittelbar, aber langfristig an die Atmosphäre abgeben. *Reisinger, et al* plädieren hier für eine Verbrennung anstatt Sammlung „FCKW-hältiger Dämmstoffe“.[194] **PCB,** welches **toxische Eigenschaften** aufweist, findet sich in Farben, Lacken, Klebemitteln, Dichtungsmassen und Kunststoffen (z.B. Kabel). Das schädliche **PAK**, in „Teer und in geringer

[187] Polychlorierte Biphenyle
[188] Flurcoolenwasserstoffe
[189] Polyaromatische Kohlenwasserstoffe
[190] Pentachlorphenol
[191] *Reisinger, H., Scheibengraf, M.*: Abfallvermeidung und – Verwertung von Baurestmassen …, S. 56.
[192] *Ebenda*: S. 59.
[193] Vgl. Abfallverzeichnisverordnung (*BGBl. II Nr. 2003/570*): Fußnote in Anhang 5.
[194] *Ebenda*: S. 57.

Konzentration in Bitumen enthalten“ kann beim Abbruch/Rückbau von Bauten mit „teerhaltigen Baumaterialien“ welche bis in die 70er eingesetzt wurden (z.B. Kamin) auftreten.[195] Weitaus größer ist jedoch der Anfall im Zuge von Straßenaufbruch, wobei der PAK- Gehalt wiederum in Asphalten für welche „(vor 1975) (…) Steinkohleteerpech“ verwendet wurde, stärker belastet ist.[196] Die restlichen Verbindungen PCP und Lindan (heute nicht mehr verwendet) sowie oben genannte Elemente können in Holzschutzmitteln enthalten sein und folglich als Alt- bzw. Abbruchholz kontaminierte Bauabfälle darstellen.[197] **Schwermetalle** wie Quecksilber und Kupfer treten darüber hinaus natürlich verstärkt im Zuge von Metallschrott in Erscheinung. *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.* nennen ferner als mögliche Schadstoffe auch noch Formaldehyd, welches in Baustoffen enthalten sein kann.[198]

Die Fülle dieser in Baurestmassen gebundenen Schadstoffe zeigt wie wichtig eine gesonderte Behandlung der unterschiedlichen Fraktionen, allem voran eine entsprechende Sortierung möglichst noch am Anfallsort ist. Eine ausführlichere Betrachtung nachhaltiger BRM- Bewirtschaftung erfolgt im Kapitel. 7.2.

6.2. Comparison of the calculated quantity of arising construction and demolition waste in Upper Austria with its registered recycling- and deposition masses by the local system of Waste Management

(6.2. Gegenüberstellung des berechneten Anfalls an BRM im OÖ Bauwesen mit dessen, in der OÖ Abfallwirtschaft, registrierten Verwertungs- und Entsorgungsmengen**)**

Zuerst wird das Bauwesen mit dem System der Abfallwirtschaft verknüpft und in Anlehnung als ganzes Flussbild betrachtet (Kap. 6.2.1). Im Anschluss (Kap. 6.2.1) erfolgt schließlich eine detaillierte Analyse hinsichtlich des Verbleibs der einzelnen BRM.

[195] *Reisinger, H., Scheibengraf, M.*: Abfallvermeidung und – Verwertung von Baurestmassen …, S. 59.
[196] *Ebenda*: S. 81.
[197] Vgl. *Ebenda*: S. 56.
[198] Vgl. *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Baustoffströme in Bayern…, S. 15.

6.2.1. Visualization of the entire material flow

(6.2.1. Visualisierung des gesamten Materialflusses**)**

Nachdem der Gesamtoutput aus dem OÖ Bauwesen im Jahr 2006 hochgerechnet wurde, erfolgt nun ein Abgleich mit den entsprechenden, in der OÖ Abfallwirtschaft, registrierten Verwertungs- und Entsorgungsmengen. Die Materialflüsse wurden dazu, wie schon für den Wohnbau in Kapitel 5, mittels dem Stoffflussanalyseprogramm STAN visualisiert und sind proportional zu ihrer Menge entsprechend unterschiedlich dick gezeichnet. Analog zur Visualisierung des Wohnbaus bildet das Bauwesen, bzw. der gesamte Hoch- und Tiefbau in OÖ wieder die Systemgrenze. Im Unterschied zum Wohnbau in Kap.5 erfolgt jedoch keine Differenzierung hinsichtlich der einzelnen Bausparten (Wohnbau, sonstiger Hoch- und Tiefbau), sodass nur die Gesamtflüsse in bzw. aus dem OÖ Bauwesen je Material bzw. Fraktion betrachtet werden. Wie schon für den Wohnbau, wurden auch für das gesamte Bauwesen die zu einer Materialgruppe gehörenden Flüsse jeweils in einer einheitlichen Farbe gezeichnet. Da sich die Materialflussanalyse ausschließlich auf die in Kap. 6.1. berechneten Input-, Lager- und Outputmengen bezieht, werden entsprechend der Systemdefinition in Kap 3.3.1 (S. 23) sowohl inputseitig sämtliche sonstigen Güter wie Luft, Wasser, Treib-/Brennstoffe und Baugeräte, als auch outputseitig die entsprechenden Emissionen in „Hydro-, Pedo-, Litho- oder Atmosphäre“[199] bzw. zu entsorgenden Altgeräte nicht näher betrachtet, zumal Gegenstand dieser Analyse der Material- und nicht der weiterführende Stoffluss ist. (Einen Überblick bezüglich möglicher, in Baumaterialien gebundenen, Schadstoffe findet sich dennoch in Kap. 6.1.3.2.).

Grundsätzlich gilt für jede Güterbilanz, dass die Summe an Inputflüssen der Summe an Output einschließlich Lagerveränderung entsprechen muss, damit das Gesetz der Massenerhaltung erfüllt ist. Diese Grundbedingung wurde für alle Material- bzw. den dazugehörigen Fraktionsgruppen erfüllt. Eine Ausnahme stellt jedoch wie bereits erwähnt der Bodenaushub dar, welcher in Anlehnung an das Flussschema in der Studie „Baustoffströme in Bayern“[200] inputseitig nur jene Menge an Bodenaushub

[199] *ÖNORM S 2096*-1, S. 6. und Kap. 4.1. S.33.
[200] *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Baustoffströme in Bayern.

ausweist, welche vom Gesamtanfall an Bodenaushub (= Output infolge von Neubauten) im Zuge des Massenausgleich, großteils direkt, wieder verfüllt wird.

Das Materialflussdiagramm für das gesamte OÖ Bauwesen unterscheidet sich zu jenem im Wohnbau v.a. dadurch, dass die Outputströme bzw. Exportflüsse aus dem OÖ Bauwesen und ihr **Verbleib in der Abfallwirtschaft im nächsten Abschnitt (Kap. 6.2.2) weiter untersucht** werden. Vorerst werden aber wie für den Wohnbau in Kap. 5 Input, Lager und Output dahingehend isoliert betrachtet.

Wie aus folgender Abbildung zu entnehmen münden alle Exportflüsse aus dem OÖ Bauwesen zunächst in das System der OÖ Abfall- (Entsorgungs-, Verwertungs-) wirtschaft (blaue Box rechts, welche anschließend in Kap. 6.2.2 zur Analyse des Verbleibs der einzelnen BRM gesondert behandelt und in Abb. 19 aufgeschlüsselt wird). Die Systembezeichnung Abfallwirtschaft ist in Anlehnung an die gültige ÖNACE Klassifizierung[201] jedoch nur bedingt richtig, zumal hier nicht ausschließlich die tatsächlich in der OÖ Abfallwirtschaft registrierten Entsorgungs- und Recyclingflüsse, sondern auch jene Menge an BRM, deren Verbleib nicht nachgewiesen bzw. lediglich vermutet werden kann mitberücksichtigt wird.

[201] „ÖNACE (2003) ist die in der Wirtschaftsstatistik anzuwendende österreichische Version der europäischen Klassifikation der Wirtschaftstätigkeiten“ - Abteilung 90: ‚Abwasser- und Abfallbeseitigung und sonstige Entsorgung’, (vgl. *WKO*: Statistische Hilfsmittel – Nace).

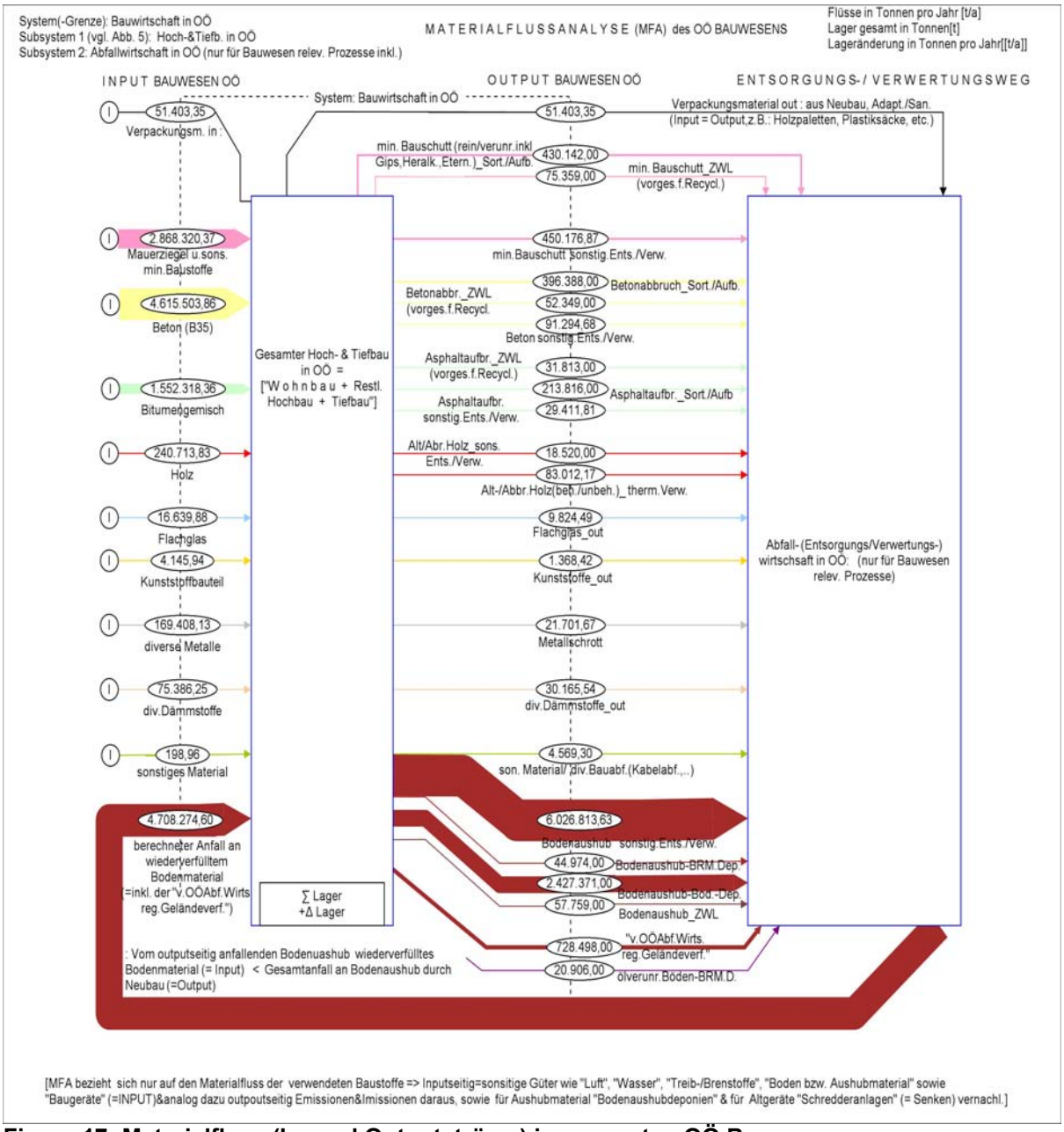


Figure 17: Materialfluss (In- und Outputströme) im gesamten OÖ Bauwesen

Obiges Diagramm zeigt entsprechend den, in Kap. 6.1., ermittelten Jahresmengen (in t/a.) die Input bzw. Importströme[202] in das OÖ Bauwesen sowie die dazugehörenden Output- bzw. Exportströme[203].

[202] Input und Import bzw. Output und Export können hier synonym verwendet, da inputseitig nur Importflüsse - welche die Systemgrenze „Bauwesen in OÖ“ übertreten -, sowie outputseitig nur Exportflüsse - welche das Bauwesen OÖ verlassen - berücksichtigt werden und interne Flüsse zwischen Wohnbau und sonstigem Hoch- und Tiefbau bzw. zwischen diversen Materialgruppen nicht stattfinden.
[203] Vgl. *ebenda*.

Beton, Mauerziegel, sowie Bitumen, welches fast ausschließlich im Straßenbau eingesetzt wird, bilden die mengenmäßig größten Inputströme. Die Menge an, **vom Gesamtbodenaushub (= Output), wiederverfülltem Bodenaushub** ist als **Recyclingfluss** eingezeichnet. Die **wiederaufbereiteten Mengen der restlichen BRM- Fraktionen**, insbesondere wiederaufbereitete mineralische Baurestmassen wie Bauschutt, Beton- oder Asphaltaufbruch, aus denen Recyclingbaustoffe gewonnen werden, welche als „Zuschlagstoff für die Produktion von Baumaterialien bzw. als Schüttungs-, Unterbau- oder Verfüllungsmaterial“[204] wieder im Bauwesen zum Einsatz kommen, sind **nur outputseitig**, jedoch **nicht inputseitig, gesondert ausgewiesen**, da zum einen in Anbetracht der Menge unterschiedlicher Materialien (einschließlich der Nichtmineralischen) hierfür noch mehr Flüsse einzuzeichnen wären, was die Abbildung in einem einzigen Diagramm fast unmöglich macht und zum anderen für viele nichtmineralischen Fraktionen, infolge mangelnder Daten, zu äußerst ungenauen Ergebnissen führen würde. Darüber hinaus wird ein Teil, der für eine Verwertung vorgesehenen mineralischen Baurestmassen, nicht unmittelbar aufbereitet, sondern vorher kurzfristig[205] zwischengelagert (jeweils mittlerer Exportfluss der Fraktionen mineralischer Bauschutt, Betonabbruch und Asphaltaufbruch). Eine genauere Analyse des Verbleibs der einzelnen BRM erfolgt bei Betrachtung des Systems der OÖ Abfallwirtschaft in Kap. 6.2.2 weiter unten. Zuvor erfolgt jedoch ein kurzer Blick auf das Lager im OÖ Bauwesen bzw. die Zunahme der im Hoch- und Tiefbaubestand gebundenen Materialien.

[204] *BMLFUW (Hrsg.)*: Bundesabfallwirtschaftsplan 2006, S. 92.
[205] Entsprechend ALSAG ist die für die Zwischenlagerung von BRM „zum Zwecke der Beseitigung“ bis zu einem Jahr und „zum Zwecke der Verwertung“ bis höchstens 3 Jahre kein ALSAG zu entrichten. (vgl. *WKÖ*: ALSAG- Merkblatt 2006).

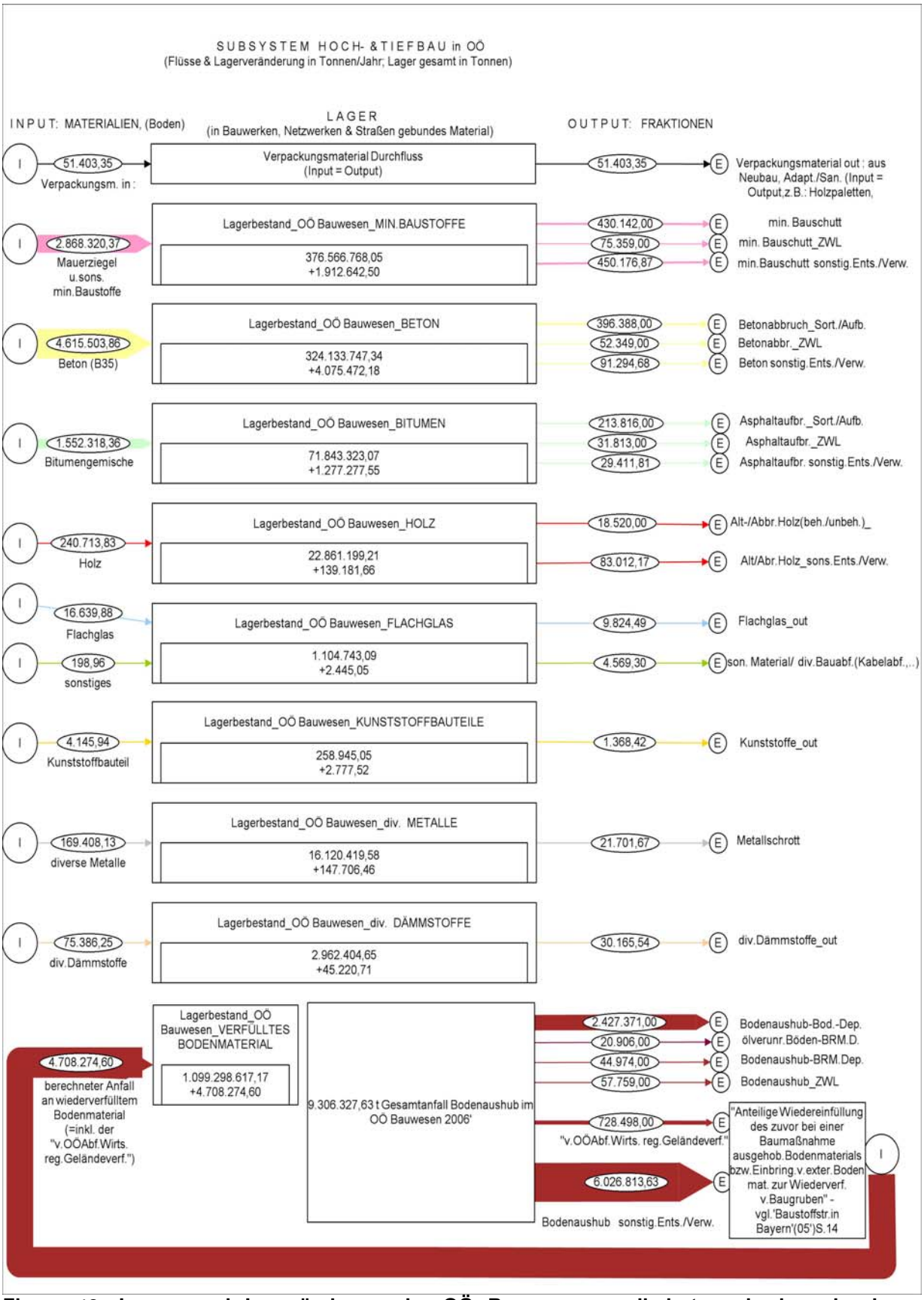


Figure 18: Lager- und Lageränderung im OÖ Bauwesen gegliedert nach den einzelnen Baumaterialien

Abbildung 18 zeigt die Lagerveränderungen im OÖ Bauwesen für jede Materialgruppe. Abgesehen vom Verpackungsmaterial, welches infolge von Neubau- und Adaptierungsleistungen anfällt und grundsätzlich nicht im Bauwesen verbleibt sondern unmittelbar nach dessen Anfall entsorgt bzw. einer Wiederverwertung zugeführt wird und somit einen Durchfluss darstellt, ist der Input bzw. Baumaterialienverbrauch größer als der Anfall entsprechender Fraktionen. Wie aus den zugrundeliegenden Berechnungen für die Sparte Wohnbau ersichtlich, führen insbesondere im Hochbau Neubau- und Adaptierungstätigkeiten zu erhöhtem Lageraufbau, während infolge von Abbrüchen bzw. Rückbauten die größten BRM zu erwarten sind. Den absolut **größten Lagerzuwachs** mit **88% vom Gesamtinput** verzeichnet **Beton**, was zum einen auf die große Inputmenge von 4,6 Mio.t/a zurückzuführen ist, andererseits jedoch mit der im Verhältnis zu mineralischen Baustoffen wie Ziegel noch geringeren Lagermenge an Beton im älteren Bauwerksbestand erklärt werden kann, sodass insbesondere infolge von Abbrüchen nach wie vor mineralischer Bauschutt mengenmäßig die größte Fraktion darstellt.
Gemessen am jeweiligen Materialeinsatz, verzeichnen ferner v.a. Bitumengemische und Asphalt sowie Metallteile mit über 80% einen großen Lagerzuwachs, während bedingt durch die hohen Sanierungs- und Adaptierungsquote Flachglas und Dämmstoffe der Output mit ca. 50% in Relation zum Input relativ groß ist. Da die gegenwärtig im Lager gebundenen Materialien die zukünftigen BRM darstellen, können anhand der unterschiedlichen Lagerzunahmen auch Rückschlüsse über die zukünftige Zusammensetzung des BRM- Anfalls gewonnen werden. (vgl. Kap. 7.1). Wie bereits weiter oben erwähnt ist das Lager an wiederverfülltem Bodenmaterial für die Abfallwirtschaft von geringer Bedeutung zumal dieses Material grundsätzlich am Ort des Massenausgleichs verbleibt und nur belasteter oder gefährlich, z.B. mit Öl verunreinigter Bodenaushub, welcher für Verfüllungszwecke ohnehin nicht in Frage kommt, ökologisch problematisch und kontrollbedürftig bleibt.

6.2.2. Stay of the arising construction and demolition waste in Upper Austria

(6.2.2. Verbleib der in Oberösterreich anfallenden Baurestmassen**)**

Da versucht wurde, die Entsorgungs- und Recyclingflüsse aller Fraktionen in einer Grafik abzubilden, erfolgt eingangs eine allgemeine Betrachtung des Verbleibs der

BRM, bevor im Anschluss die einzelnen Fraktionen für sich getrennt analysiert werden. Zusätzlich dazu wird auf den klassischen Aufbereitungsprozess von diversen BRM kurz eingegangen und in Anlehnung an die, hinsichtlich ihres Verbleibs, nicht erfassten Mengen auch die gegenwärtige Altlastensituation in OÖ kurz angeschnitten. Abschließend werden die getroffenen Annahmen und Schlussfolgerungen schließlich mit den Ergebnissen einer, im Zuge dieser Arbeit, getätigten Sonderauswertung sämtlicher, von der OÖ Umweltrechtsabteilung verfügbarer, BRM- Nachweisformulare über 2006' in Linz genehmigte Abbruchvorhaben verglichen.

In Abbildung 19 sind sämtliche Entsorgungs- und Recyclingflüsse der in OÖ anfallenden BRM hinsichtlich ihres weiteren Entsorgungs- und Recyclingweges eingezeichnet, wobei jene Mengen, die nicht von entsprechenden Behandlungsanlagen oder Deponien bzw. anderwärtig in der OÖ Abfallwirtschaft erfasst wurden, in den Prozess „Sonstige Entsorgung und Verwertung von BRM" münden. Bezüglich einer Definition der einzelnen Prozesse sowie der wichtigsten Flüsse wird auf die entsprechenden Erläuterungen im Zuge der Systembeschreibung in Kap. 3.3.2 verwiesen (siehe hierzu auch Abb. 4/5 S. 25f.). Entsorgungs- und Verwertungsflüsse von OÖ in ein anderes Bundesland oder Ausland sowie umgekehrt Importflüsse von einem anderen (Bundes-)land nach OÖ werden vernachlässigt zumal angenommen werden kann, dass sich diese ca. die Waage halten. Bezüglich der vornehmlich zur weiteren Aufbereitung vorgesehenen Zwischenlager, welche sowohl am Anfallsort, bei entsprechenden Behandlungsanlagen, sowie neben Deponien situiert sein können, wurde mangels genauerer Informationen ein Zentralzwischenlager gezeichnet, welches sämtliche zwischengelagerten Fraktionen bündelt.

Wenngleich eine möglichst genaue Zuordnung aller Fraktionen hinsichtlich ihres Verbleibs bzw. ihres weiteren Verwertungs- und Entsorgungsweges angestrebt wurde, so kann aufgrund des nach wie vor äußerst dürftigen Erfassungsgrades der registrierten Baurestmassen folgende Grafik nur ein **sehr vereinfachtes Abbild der realen Abfa**llströme aus dem Bauwesen liefern. Insbesondere für den Verbleib nichtmineralischen Fraktionen sind weit mehr Flüsse als die unten eingezeichneten denkbar. So müsste beispielsweise in Anlehnung an Schaubild 4/5 in Kap. 3.3.2 (S.

25, 26) für die Kleinstmengen, welche in Altstoffsammelzentren von Privatpersonen entsorgt, bzw. einer weiteren Verwertung übergeben werden, auch ein eigener Prozess eingezeichnet werden. Darüber hinaus sind auch weitere Flüsse zwischen den einzelnen eingezeichneten Prozessen denkbar. Eine Berücksichtigung all dieser Flüsse ist abgesehen von der damit zunehmenden Komplexität jedoch schon aus datentechnischen Gründen nicht möglich, da detailliertere Daten über die Zusammensetzung der aus dem Bauwesen registrierten Abfälle gegenwärtig nicht verfügbar sind.

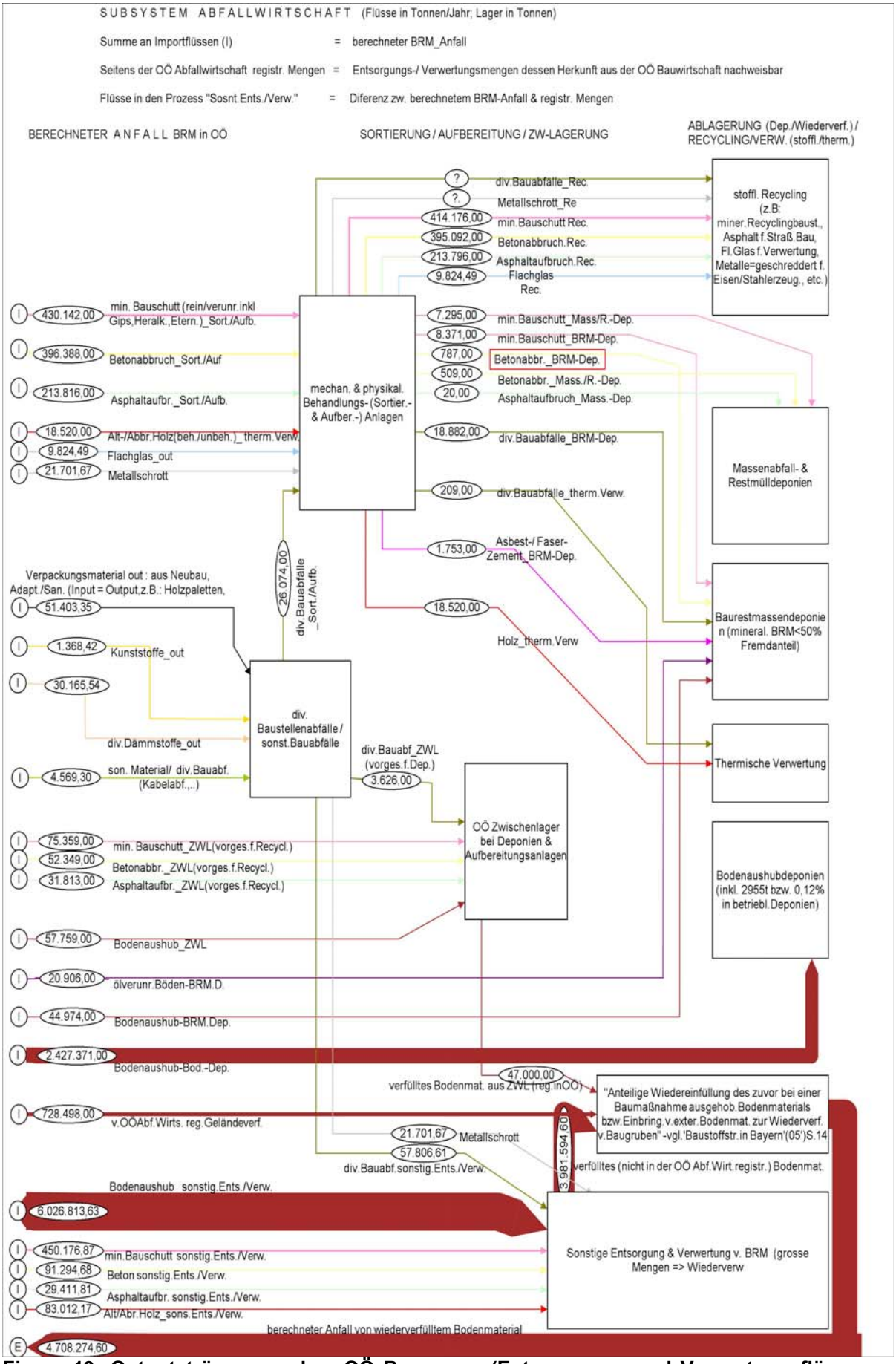


Figure 19: Outputströme aus dem OÖ Bauwesen (Entsorgungs- und Verwertungsflüsse aus dem Bauwesen in die OÖ Abfallwirtschaft)

Wie in den anderen Grafiken haben auch in diesem Diagramm alle, einer Fraktionsgruppe angehörenden, Flüsse die gleiche Farbe um ihre Nachvollziehbarkeit zu erleichtern.[206] Die Summe an Importflüssen entspricht jener an Exportflüssen aus dem OÖ Bauwesen aus Abb. 19 und spiegelt die berechnete Menge an BRM aus dem Jahr 2006 (in t/a). Jene stofflich wiederaufbereiteten BRM, die als Recyclingflüsse wieder zurück in das Bauwesen gelangen sind rechts oben im Prozess „Stoffliches Recycling" zusammengefasst, wobei aufgrund der überwiegenden Menge an nicht registrierten BRM, (jene Menge die vom berechneten BRM- Anfall seitens der OÖ Abfallwirtschaft nicht eindeutig dem Bauwesen zugeordnet werden konnte) ein Großteil der möglichen Recyclingmengen auch im Prozess **sonstige Entsorgung und Verwertung** (in der Grafik der Prozess rechts unten) enthalten ist.

Gewisse **nichtmineralischen Fraktionen** wie insbesondere Kunststoffabfälle, Verpackungsabfälle sowie diverse gemischte Bauabfälle (wie Kabelschrott und Teppichböden, etc.), aber auch teilweise Dämmstoffe, Metallschrott und Flachglasabfälle werden abhängig vom Anfallsort aufgrund ihrer geringen Menge mit abnehmender Größe der Baustelle, gemeinsam mit Kleinstmengen mineralischer Fraktionen oft als gemischte Bau- bzw. Baustellenabfälle erfasst. Dank moderner Sortier- und Aufbereitungsanlagen werden diese Materialien schließlich ausgesondert und anschließend großteils mit ähnlichen Fraktionen aus anderen Wirtschaftsbereichen einer gemeinsamen Verwertung oder Entsorgung zugeführt, sodass nichtmineralische Fraktionen wie beispielsweise Kunststoffabfälle nur unter der Rubrik „hausmüllähnliche Gewerbeabfälle - Kunststoffe" anhand der vom Anlagenbetreiber (z.B. thermische Behandlungsanlage) übernommenen Jahresmengen registriert werden und eine nachträgliche Eruierung jener Menge, welche ursprünglich aus dem Bauwesen stammt damit fast unmöglich ist. Angesichts des Schadstoffgehalts, welcher auch verstärkt von nichtmineralischen Fraktionen im Bauwesen ausgeht (vgl. Kap. 6.1.3.2 S. 100ff.), stellt diese **Aufzeichnungslücke** hinsichtlich der Herkunft der einzelnen Abfälle eine unbefriedigende Situation dar. Aus diesem Grund ist es auch **schwer** die **Recyclingflüsse insbesondere der nichtmineralischen BRM** im Anschluss wieder dem **Bauwesen zuzuordnen**,

[206] Lediglich ölverunreinigter Boden ist in Anlehnung an dessen Gefährdungspotential nicht wie das restliche Bodenaushubmaterial in braun, sondern in violett gezeichnet.

sodass mit **Ausnahme** für **wiederverfülltes Bodenaushubmaterial** eine solche, dem Kreislaufprinzip dienliche Darstellung in obigem Diagramm bzw. in Abb. 17 (S. 106) welche das System des Bauwesens mit jenem der Abfallwirtschaft verlinkt, unterlassen wurde.

Wenngleich der Erfassungsgrad der mineralischen BRM (Bauschutt, Betonabbruch, Asphaltaufbruch) aufgrund des ausschließlichen Anfalls dieser Fraktionen im Bauwesen bezüglich der Bestimmung ihrer Herkunft besser ist, so zeigt der Abgleich zwischen berechneten und registrierten Mengen auch hier große Lücken. Die Abteilung der Umwelt- und Anlagentechnik, welche anhand des gegebenen Datenmaterials die jährlichen registrierten Bauabfälle ermittelt, führt das **Informationsdefizit unter den mineralischen BRM**, welche eindeutig dem Bauwesen zugeordnet werden können, vor allem auf den verstärkten Einsatz sogenannter **Lohnbrecher** zurück, welche beispielsweise einen Abbruch durchführen, jedoch im Anschluss offiziell nur **als Transporteure fungieren** und die geshredderten Fraktionen einer nicht registrierten Entsorgung- bzw. Verwertung zuführen. Dies muss nicht bedeuten dass diese Fraktionen illegal ausgebracht werden, jedoch kann die Menge, welche beispielsweise nach erfolgter Aufbereitung als Schüttungs- oder Unterbaumaterial wiederverwendet wird, nicht erfasst werden, da entsprechend der gegenwärtigen Gesetzeslage nur Abfallbesitzer, der Aufzeichnungspflicht gem. § 17 (1) AWG 2002 unterliegen. Transporteure sind dementsprechend **von** dieser **Aufzeichnungspflicht ausgenommen**, da sie wie Leasingkräfte nur den Abbruch bzw. das Shreddern übernehmen, jedoch nicht im Register autorisierter Abfallbehandler aufscheinen und folglich auch an keine Nachweispflicht gebunden sind. Dass dieser Menge ein Großteil nichtregistrierter BRM zukommt, gilt insofern als wahrscheinlich, zumal von 3 großen Lohnbrecher der OÖ Umwelt- und Anlagentechnik Behandlungsmengen für das Jahr 2006 übermittelt wurden und alleine deren Anteil mit 159.678 t/a aufbereiteter mineralischer BRM in einer Größenordnung von 13% der 2006 erfassten mineralischen BRM (ohne Boden)[207] entspricht.

Im Folgenden wird nun der Verbleib der einzelnen BRM- Fraktion näher beschrieben, wobei neben der registrierten und vom berechneten BRM- Anfall abgehenden

[207] Vgl. *Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.)*: Abfallbericht 2006, S. 4.

Menge, sofern bekannt, auch die Recyclingquote sowie sonstige für die jeweilige Fraktion naheliegende Entsorgungs- / Recyclingwege analysiert werden. Eine Auflistung aller möglichen sonstigen Entsorgungs- und Verwertungswege ist im Anschluss in Tabelle 23 noch mal zusammengefasst.

Betrachtet man die **mineralischen BRM** (**Bauschutt, Betonabbruch und Asphaltaufbruch**), so wurden mit 0,50 Mio. t Bauschutt, 0,45 Mio. t Betonabbruch und 0,25 Mio. t Asphaltaufbruch 54% des berechneten Bauschuttanfalls, 83% des berechneten Betonabbruchs und 89% des Asphaltaufbruchs erfasst. Dass hierbei Bauschutt die größten Defizite in der Erfassung aufweist, kann damit begründet werden, dass im Unterschied zu Beton- und Asphaltaufbruch, Bauschutt aufgrund der unterschiedlichen Qualitätsklassen[208] teils auch kleine Mengen der beiden anderen Fraktionen mit beinhalten kann und, zwar nur geringfügig, aber doch absolut die größte Menge unter den **registrierten BRM** (ohne Bodenaushub) ausmacht. 13% von all diesen **mineralischen Fraktionen** wurde großteils mit Hinblick auf eine zukünftige Verwertung zwischengelagert, **85% aufbereitet** und nur ca. 2% in Summe als Aufbereitungs-/Sortierrest ungefähr je zur Hälfte auf Baurestmassen- und Massen/Reststoffdeponien abgelagert, wobei auch unter den 2% an deponierten mineralischen BRM, auf den Bauschutt, der angesichts der unterschiedlichen Qualitätsklassen den größten Fremd- bzw. Störrest beinhaltet, mit über 90% der größte Anteil entfällt. Unter den registrierten mineralischen BRM weist folglich Straßenaufbruch und Betonabbruch eine fast 100% Recyclingquote auf, während registrierter Bauschutt zumindest zu 84% recycelt wird. Bezüglich der nicht registrierten Mengen (46% Bauschutt, 17% Betonabbruch, 11% Asphalt- bzw. Straßenaufbruch) wird angenommen, dass der größte Teil infolge von Lohnbrechern einer Wiederverwertung zugeführt wird. Für weitere mögliche Entsorgungs- und Recyclingwege, wie illegale Ablagerung, welche grundsätzlich für alle nicht registrierten BRM zumindest nicht vollständig ausgeschlossen werden kann, findet sind sich gegen Ende des Kapitels noch mal eine Auflistung möglicher Entsorgungs- und Recyclingwege in Tabelle 23.

[208] Vgl. *BGBl. II Nr. 2003/570*: Nach Abfallverzeichnisverordnung bis zu einem Anteil nicht gefährlicher Fremdstoffe < 50%;

Für **Alt- und Abbruchholz** fällt die Menge an registrierten Abfällen mit 18,2% welche einer thermischen Behandlung zugeführt wurden, weit geringer aus. Dies mag darauf zurückzuführen sein, dass Holz einen begehrten Rohstoff darstellt, der, auch privat, leicht energetisch genutzt werden kann. Ein weiterer Grund für die große Menge an nicht erfasstem Alt- und Abbruchholz liegt mitunter darin begründet, dass trotz dessen im Vergleich zu anderen nichtmineralischen Fraktionen im Bauwesen großen Menge, Holz inputseitig auch in anderen Wirtschaftsbereichen außerhalb des Bauwesens eingesetzt wird, wobei auch eine stoffliche Verwertung, beispielsweise zur Produktion von Spannplatten, kleinem Bauholz oder Pellets (= indirekt thermische Verwertung) denkbar ist. Da über die Menge an stofflich wiederverwertetem Alt- und Abbruchholz gar keine Daten vorliegen, kann ein gewisser Teil der nicht registrierten Holzabfälle aus dem Bauwesen auch dieser Verwertungsschiene zugerechnet werden. Letztlich kann auch davon ausgegangen werden, dass, wie schon für die mineralischen BRM, eine gewisse, durch mögliche Lohnbrecher aufbereitete Menge, einer nicht nachvollziehbaren Wiederverwertung zugeführt wurde. Für weitere Entsorgungs- Recyclingwege vgl. Tab. 22 weiter unten.

Eine weiter nicht unwesentliche Menge an nichtmineralischen Abfällen bildet **Metallschrott**, welcher ähnlich dem Alt- und Abbruchholz auch einen wertvollen Roh- bzw. Recyclingrohstoff für die Industrie darstellt. Angesichts steigender Rohstoffpreise auch am Rohstahlmarkt, kann von einem fast vollständigen Recycling dieser Fraktion ausgegangen werden. Typische Beispiele für Metallschrott im Bauwesen sind unter anderem Kabelreste, Eisenstangen, Stahlprofilträger von Bauwerken, aber auch Leitplanken vom Straßenbau. Da Metallschrott aus dem Bauwesen aber grundsätzlich gemeinsam mit Schrott anderer Wirtschaftsbranchen einer Verwertung zugeführt wird, liegen über den tatsächlichen Verbleib gar keine Daten vor, sodass Metallschrott zur Gänze dem Prozess der sonstigen Entsorgung- und Verwertung zugeschrieben werden muss.

Für **Flachglas**, liegen seitens des Landes OÖ[209] ausreichend Daten vor die auf eine nahe zu 100% Recyclingquote der aus dem Bauwesen stammenden Flachglasabfälle schließen lassen. Zwar kann Glas theoretisch auch in kleinen Mengen in Bauschutt enthalten sein, jedoch wird angesichts moderner

[209] Abteilung Umwelt- und Anlagentechnik des Amtes der OÖ Landesregierung;

Aufbereitungs- und Sortiertechniken angenommen, dass jener Glasanteil der keiner stofflichen Verwertung zugeführt wird nur marginal ist und damit vernachlässigt werden kann. Flachglas wird zur weiteren Aufbereitung wie Metalle oder Holz geshreddert. Abnehmer hierfür sind nach Auskunft der Umwelt- Anlagentechnik OÖ glasverarbeitende Firmen.

Die restlichen Fraktionen, stellen wie schon Metallschrott und Flachglasabfälle, im Verhältnis zu den mineralischen BRM eine unbedeutende Menge dar und wurden folglich als Baustellen- bzw. sonstige Bauabfälle zusammengefasst. Die Bezeichnung Baustellenabfälle ist nach Abfallverzeichnis- Vo dann zulässig, wenn diese Fraktionen in teils gemischter Form mit „geringem Anteil an mineralischem Bauschutt“ vorliegen.[210] Die gemeinsame Erfassung solcher Fraktionen ist in der Praxis vor allem darauf zurückzuführen, dass die Mengenschwelle gem. Baurestmassentrennungs- VO[211], welche eine getrennte Erfassung von beispielsweise Kunststoffabfälle erst ab 2 vorsieht, oft gar nicht erreicht wird. Grundsätzlich könnten dieser Gruppe auch Teile der Fraktionen Holz Flachglas und Metalle, sofern diese nicht rein (= getrennt/aussortiert), sondern mit mineralischem Bauschutt vermischt vorliegen, zugeordnet werden. Da aber für Holz mit der registrierten Menge an thermisch behandeltem Abbruchholz i.H.v. 18.520t zumindest ein, dieser Fraktion eindeutig zuordenbarer Fluss vorliegt und für Metalle und Flachglas eine nahezu 100% Recyclingquote angenommen werden kann, wurden mit den Fraktionen **Kunststoffabfälle, Dämmstoffe, sonstige Materialien/Bauabfälle** sowie **Verpackungsabfälle** nur jene Abfälle in einem Prozess zusammengefasst, für welche gegenwärtig gar keine eindeutig zuordenbaren, registrierten Mengen vorliegen, und grundsätzlich mehrere Entsorgungs- bzw. Verwertungsströme denkbar sind. Zwar kann auch für Kunststoffabfälle davon ausgegangen werden, dass der Großteil dessen thermisch behandelt wird, doch ist hierfür trotz entsprechender Vorbehandlung, die Verbringung zumindest kleiner Mengen auf einer Massendeponie zulässig. Dämmstoffe stellen wie in Kap.6.3.1.2 aufgezeigt mit Materialien wie Styropor zum einen ein begehrtes Ausgangsmaterial zur Herstellung von Recyclingbaustoffen dar, weisen jedoch mit diesen geschäumten Fraktionen gleichzeitig ein hohes, langsam abbaubares FCKW-

[210] *WKO*: Leitfaden Baurestmassen…, S. 34.
[211] Vgl. *BGBl. II Nr. 259/1991*.

Lager vor. Nicht minder ökologisch bedenklich sind asbesthaltige Dämmplatten. Seitens der vom Land OÖ registrierten Mengenanteile aus dem Bauwesen, liegen hierzu nur geringe, eben als Baustellenabfälle, bzw. sonstige Bauabfälle zusammengefasste Daten vor, welche auf Grundlage der Abfall- Aufzeichnungs- und Nachweispflicht[212] für in OÖ genehmigte Abfallbehandler (dem AIS[213] angehörend) der Behörde übermittelt wurden. Kumuliert man den berechneten Anfall aller 4 Fraktionen und stellt diesen der registrierten Menge an Baustelen- bzw. sonstigen Bauabfälle gegenüber, so liegt der theoretische Erfassungsgrad bei 34% (bzw. darunter, da Holz und Metall hier nicht mitberücksichtigt wurden). Die 34% sind allerdings weit zu hoch angesetzt, da hierin großteils auch mineralische Bestandteile enthalten sind und der infolge der Aufbereitung/Sortierung ausgesonderte nichtmineralische Bestandteil der Baustellenabfälle fast gänzlich verwertet oder thermisch behandelt wird. Die größten Mengen scheinen wie schon erwähnt deshalb nicht auf weil Sie gemeinsam mit ähnlichen Fraktionen anderer Branchen verwertet oder entsorgt werden und beispielsweise als hastabfallähnliche Gewerbeabfälle sodann dem Bauwesen nicht direkt zugeordnet werden kann. Ein kleiner Teil dieser registrierten Menge (12%) wird zwischengelagert, während der Großteil nach erfolgter Trennung/Aussortierung deponiert oder thermisch behandelt wird. Mit 209 t/a ist jene Menge die als thermisch behandelt wird nur sehr gering.

Wie das Materialflussbild zeigt, gehen mit Ausnahme von Boden keine Abfälle direkt auf eine Deponie, da für BRM- Deponien auch strenge Kriterien gelten und die Deponieverordnung von 2004' für Abfälle mit einem Kohlenstoffgehalt > 5% Massenanteil ein Deponieverbot vorsieht, was zumindest eine Vorsortierung der Abfälle vor ihrer Ablagerung fast unumgänglich macht.[214]

Mit einem berechneten Anfall von über 51.000 t/a stellen darin die **Verpackungsabfälle** den Hauptteil dar. Nach Auskunft eines großen BRM-Entsorgungs- und Aufbereitungsunternehmen[215] sowie auf Grundlage einer Studie über die Behandlung von Baustellenabfällen in Wien[216] kann davon ausgegangen werde, dass der überwiegende Teil der lizenzierten von den nicht lizenzierten

[212] Vgl. *BGBl. II Nr. 2003/618* i.V.m § 17 (1) und (5) AWG 2002.
[213] Abfallinformationssystem, (ohne Lohnbrecher, vgl. weiter oben S. 113) angehören.
[214] Vgl. *BGBl. II Nr. 2004/49* § 5 Z. 7.
[215] Firma Bernegger: (Mail von Hr. Fluch Andreas am 30.10.2007).
[216] Vgl. *Österreichisches Ökologie-Institut für angewandte Umweltforschung, Pladerer, C.* (2004): Vermeidung von Baustellenabfällen –Endbericht – Teil 2/4.

Verpackungsabfällen getrennt wird, da für letztere die Rückgabemöglichkeit beim Lieferanten besteht, während erstere regionalen Übernahmestelle übergeben werden können und bei entsprechender Sortenreinheit teilweise sogar vergütet werden.[217] Verpackungsabfälle können aus unterschiedlichsten Materialien bestehen. In folgender Tabelle der Steiermärkischen Landesregierung, über typische BRM-Fraktionen auf der Baustelle, sind einige Beispiele für Verpackungsabfälle angeführt, woraus die **Vielzahl an Stoffen** dieser Fraktionsgruppe besonders deutlich hervorgeht.

Trennfraktionen auf der Baustelle

Je nach Anfallsmenge können einzelne Faktionen unabhängig von dieser Auflistung noch exakter getrennt werden.

Stoffgruppe	Beispiele	Nicht enthalten sein dürfen	Wiederverwertungs-möglichkeiten
Bodenaushub	Reinsortierter Schotter, Sand, Felsabbruch, Erde, Humus Lehm...	Asphalt, Ziegel, Beton, gefährliche Abfälle...	Geländeausgleich, Füll- und Schüttmaterial
Betonabbruch	Armierter und nicht armierter Betonabbruch, Stahlbetonabbruch, Konstruktionsteile aus Bauwerksabbrüchen, Fertigteile..	Asphalt, Ziegel gemischte Baustellenabfälle, gefährliche Abfälle...	Betonzuschlag Straßenbau
Asphaltaufbruch	Reiner Asphaltaufbruch, oder Asphaltaufbruch der mit Beton oder Schotter vermischt ist, bituminöser Straßenaufbruch...	Teerhaltige Materialien, gemischte Baustellenabfälle, gefährliche Abfälle...	Asphaltzuschlag Straßenbau
Holzabfälle (ohne Verpackungen)	Unbehandeltes und behandeltes Holz wie Dachstühle, Pfosten, Bretter, Schalungstafeln, Schalungsträger, Tür- und Fensterstöcke, Gartenzäune, Holztreppen, Parkette...	Verpackungsabfälle aus Holz, gefährliche Abfälle wie salzimprägnierte Pfähle und Masten...	Direkte Wiederverwertung ganzer Balken, Wiederverwertung nach Restaurierung, Herstellung von kleinformatigen Bauholz durch Sägen, Hobeln etc., Tischlereiware, Innenausbau, Spanplatten Mineralisch gebundener Holzspanbeton und Holzwerkstoffen
Altmetalle (ohne Verpackungen)	Eisenstangen, Metallzargen, Bleche, Bewehrungsabfälle, Kabelreste, Rippentorstähle, Nägel...	Verpackungsabfälle aus Metall, gefährliche Abfälle...	Metallrecycling
Kunststoffe (ohne Verpackungen)	Kunststoffprofile, Schaumstoff- und Dämmstoffplatten, Kunststoffrohre...	Verpackungsabfälle aus Kunststoffen und Verbundmaterialien, gefährliche Abfälle...	Stoffliches Recycling (zerkleinern, aufschmelzen und neuerliche Formgebung)
Baustellenabfälle (nichtverwertbarer Restabfall)	Heraklith, Gipskarton, Kehricht, Mantelbetonsteine, Schlacken- und Lecabeschüttungen, verunreinigte Verpackungen sowie Folien für Abdeckungen und Isolierungen, Kunststoffrohre, Verschnitte verschiedener nichtmineralischer Bauteile, textile Abfälle...	Gefährliche Abfälle	
Mineralischer Bauschutt	Ziegel, Beton, Ytong, Keramik, Stein, Fliesen...	Teerhaltige Materialien, gefährliche Abfälle, mehr als 10 Vol% gemischte Baustellenabfälle	Wiedereinbau, Betonzuschlag, Aufbereitung zu Ziegelsplitt, Tennismehl, direkte Wiederverwertung als Natursteine, Füll- und Schüttmaterial
Papierverpackungen (Karton, Papier, Wellpappe)	Schachteln, Steigen, Packpapier, Versandhülsen..	Abfälle, die keine Verpackungen sind, mit gefährlichen Abfällen verunreinigte Verpackungen, gefährliche Abfälle...	Stoffliches Recycling
Papiersäcke (wegen des großen Anfalls an Papiersäcken auf der Baustelle werden diese in der Regel in eigenen Behältnissen erfaßt)	Zementsäcke, Kalksäcke, Putzmörtelsäcke...		Stoffliches Recycling
Kunststoff-verpackungen (Leichtfraktion)	Dosen aus Kunststoff und/oder Verbundmaterialien, Kanister, Verpackungsfolien aller Art, Formteile aus Styropor, Kunststoffflaschen, Tuben, Tragtaschen, Kunststoffsäcke, Styroporflocken, Schrumpffolien...		Stoffliches Recycling, Thermische Behandlung
Metallverpackungen	Umreifungsbänder, Dosen, Kanister, Griffe und Bügel...		Stoffliches Recycling
Holzverpackungen	Einwegpaletten aus Holz, Kisten, Verschläge...		Stoffliches Recycling, Thermische Behandlung

(0316) 877-13 Land Steiermark Abfalltelefon

HAUS DER BAUBIOLOGIE VEREIN biologisches und ökologisches Bauen Tel.: 0316/475363

Table 22: „Trennfraktionen auf der Baustelle“ – entnommen aus Infoblatt 7.1 Baustellenabfälle der Steiermärkischen Landesregierung (2001)[218]

[217] *Ebenda*, S. 73.

[218] Vgl. *Amt der Steiermärkischen Landesregierung (Hrsg.)*: Infoblatt 7.1: Baustellenabfälle – Baurestmassen.

Überdies enthält die Tabelle auch klassische Beispiele möglicher Verwertungspfade für die unterschiedlichsten BRM- Fraktionen.

Bezüglich der **gemischten Fraktionen in entsprechend deklarierten Baustellenabfällen** ist die Zusammensetzung der einzelnen Fraktionen stark vom Anfallsort und der Baumaßnahme abhängig. Das österreichische Ökologieinstitut für angewandte Umweltforschung kommt zum Schluss, dass beispielsweise beim Neubau der mineralische Anteil nur 9%, während bei Revitalisierungen 46% ausmacht. Dementsprechend unpräzise sind auch die Schätzungen über die durchschnittliche Stoffzusammensetzung. Vom **Österreichischen Ökologieinstitut** durchgeführte Interviews mit in Wien tätigen Entsorgungsbetrieben haben jedoch gezeigt, dass unter diesen, grundsätzlich mineralische BRM, behandeltes und unbehandeltes Altholz, wobei ersteres einer stofflichen Verwertung zugeführt werden kann, Kunststoffe, welche großteils thermisch verwertet werden, sowie Metalle, und Kabeln („stoffliche Verwertung von Kupfer“) von der Restfraktion die letztlich deponiert bzw. thermisch behandelt wird, zur Weiterverwertung aussortiert wird.[219]

Aus selbiger Studie ist auch folgende Abbildung entnommen, die sehr gut den klassischen **Aufbereitungsprozess** einer, dem Stand der Technik entsprechenden Behandlungsanlage zeigt, wobei Behandlung in diesem Sinne die Vor-Grobsortierung beinhaltet und hinsichtlich der nichtmineralischen Bauabfälle, das Material nur gepresst, geshreddert bzw. bei Metall einfach aussortiert wird und im Anschluss einer externen Verwertung zukommt.

[219] *Ebenda*, S. 73.

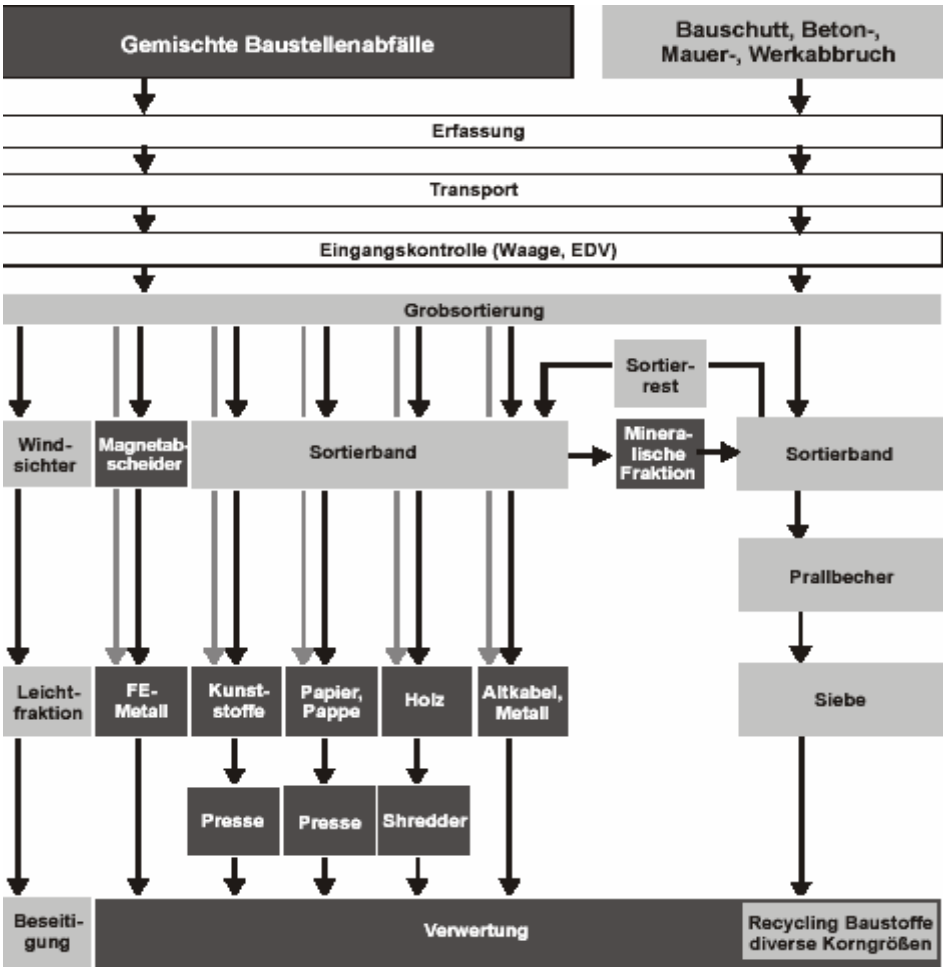


Figure 20: Aufbereitungsprozess für Baurestmassen (inkl. Baustellenabfälle) – entnommen aus „Vermeidung von Baustoffströmen“ (2004) S. 72[220]

Der Bundesverband der deutschen Zementindustrie nennt in diesem Zusammenhang das Zerkleinern, Klassieren und Sortieren als die „zur Aufbereitung erforderlichen verfahrenstechnischen Grundoperationen“, wobei eine verschiedenartige Anordnung abhängig von der „Abfallzusammensetzung“ denkbar ist. [221] Obiges Schaubild zeigt eine kombinierte Sortier- und Aufbereitungsanlage, wobei auch getrennte Anlagen vorzufinden sind. Ferner kann zwischen stationären, an einen Ort gebundenen und ungebundenen (Semi-/mobi) Anlagen unterschieden werden. Bezüglich der mineralischen Fraktion, welcher der mengenmäßig größten Anfall zukommt, wird das „mineralische Überkorn“, von den restlichen Fraktionen getrennt und im Anschluss mit einem Brecher (z.B. Backenbrecher) „zur Überkornzerkleinerung“, sowie mittels „Schwingsiebmaschinen zur Erzeugung der unterschiedlichen Lieferkörnungen und Sortiermaschinen entweder zur nassmechanischen (…) meist aber zur

[220] Vgl. *Österreichisches Ökologie-Institut für angewandte Umweltforschung, Pladerer, C.*: Vermeidung von Baustellenabfällen, S. 72.
[221] *BDE*: Kreislaufwirtschaft in der Praxis: NR. 4 Baureststoffe: (1996), S. 15.

trockenmechanischen Abtrennung von Leichtgut durch Windsichtung“ zu Recyclingbau- bzw. Zuschlagstoffen aufbereitet werden.[222] Typischen Einsatz finden diese Recyclate „als Tragschicht im Wege- und Straßenbau“, wobei „Kies und Schotter aus Naturvorkommen“ ersetzt werden.[223] Neben diesem klassischen Bauschuttrecycling sind in diesem Zusammenhang vor allem „Betonrecycling“, „Asphalt/Asphaltfräsgut“, sowie „Asphalt-Beton-Mischrecycling“ als Recyclingbaustoffe bzw. Verwendung als Zuschlagstoff im Straßenbau hervorzuheben. Eine kurze zusätzliche Betrachtung von Recyclingbaustoffen und ihren möglichen Einsatzgebieten erfolgt in Kap. 7.2.2.

Auf den **Verbleib des Bodenaushubs**, welcher inputseitig als anteilig wiederverfülltes Bodenaushubmaterial berücksichtigt wird, wurde schon mehrfach eingegangen. Da beim Bodenaushub überwiegend nur jener Teil von der OÖ Abfallwirtschaft registriert werden kann, der „verführt“[224], also vorerst abtransportiert und im Anschluss verwertet oder auf einer Bodenaushub-, bzw. sofern entsprechend verunreinigt, auf einer BRM- Deponie abgelagert wird, ist die vom berechneten Anfall abgehende Menge mit über 6 Millionen Tonnen bzw. 65% des berechneten Anfalls besonders groß. Insbesondere der vor Ort, direkt wiederverfüllte Bodenaushub, der zugleich einen Großteil jener Menge darstellt, welche inputseitig als Recyclingfluss in das Bauwesen erfasst wurde, wird dabei nicht registriert. Dieses Erfassungsdefizit besteht jedoch nicht nur in OÖ, sondern bundesweit, sowie in Bayern, zumal auch seitens des Bayrischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung darauf aufmerksam gemacht wird, dass Bodenmaterial, welches „unmittelbar wieder verwendet oder auf umliegenden Baustellen für Verfüllungszwecke eingesetzt wird“ nicht erhoben werden kann.[225] Da der überwiegende Teil jedoch vor Ort wieder eingebracht wird, bildet jene Menge, welche 2006’ deponiert wurde (2,43 Mio. t auf Bodenaushubdeponien[226], ~0,07 Mio. t (inkl. 20.906 t ölverunreinigter Böden)) mit 76% den Großteil unter dem von der OÖ Abfallwirtschaft registrierten

[222] *Ebenda*. Kap. 4.2.1.2 S. 17.
[223] *Ebenda* Kap. 4.2.2 S. 17.
[224] *GUA*: Bauwerk Österreich, S. 22 Abb. 5-1: Grundsätzlich scheint die Verfüllung vor Ort nicht in der abfallwirtschaftlichen Statistik aus.
[225] *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*Baustoffströme in Bayern…,S. 17.
[226] Von den 2,43 Mio. t. angeliefertem Bodenaushub wurden ca. 0,3 Mio. t als Abdichtungsmaterial („ev. als Drainageschicht“ – vgl. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al.*: BRIO…, S. 133) in den Deponien verwertet. Folglich ist jene Menge die als Schüttmaterial von den OÖ Bodenaushubdeponien für das Jahr 2006 angegeben wurde mit 2,12 Mio. t (vgl. Kap. 7.1.1) etwas geringer.

Bodenaushubmenge. Ein verhältnismäßig kleiner Anteil von 0,7 Mio. t/a (= 22% des 2006 registrierten Bodenaushubs) wurde hingegen von den wiederverfüllten Massen erfasst. 1,5% des registrierten Bodenaushubs wurden zudem zwischengelagert, wobei hier der Großteil einer Weiterverwertung zugeführt wird.

Folglich gilt schon wie für die anderen BRM auch, dass der überwiegende Teil des wiederverfüllten Materials, zumindest aber (abzüglich der vom Land OÖ mit 0,7 Mio. t registrierte Geländeverfüllung) jene Menge, die inputseitig mit ca. 4,7 Mio. t/a an wiederverfülltem Bodenaushub ermittelt wurde, im Prozess Sonstige Entsorgung und Verwertung enthalten sein muss.

Wie für alle anderen BRM auch, kann eine **illegale Entsorgung bzw. Bodenausbringung** natürlich nicht ausgeschlossen werden. Potentielle Verdachtsflächen, sogenannte Altstandorte (hauptsächlich ehemaliges Industriegebiet, Tankstellen, etc.) sind dazu in einem eigenen **Verdachtsflächenkataster**, welcher für ganz OÖ vom Umweltbundesamt betreut wird, registriert.[227] Aufgrund der Datenverwaltung auf Bundesebene gibt es hierzu nur eine Österreichkarte.

In OÖ sind bedingt durch den großen Industrieanteil (ca. 25% vom bundesweiten Aufkommen[228]) mit über 10.000 registrierten **Beobachtungsflächen**, die bedingt durch ihr Schadstoffpotential unter Beobachtung stehen, mehr als ein Fünftel von ganz Österreich zu finden.[229] Andererseits wird dabei aber vom Umweltbundesamt angenommen, dass damit 96% aller potentiellen Flächen auch erfasst sind.[230] Von den Beobachtungsflächen scheinen zu Beginn 2007 956 als **Verdachtsflächen** (840 Altablagerungen und 114 kontaminierte Standorte von denen ein erhebliches Gefahrenpotential ausgeht) auf.[231] Dies entspricht von bundesweit 2100 Verdachtsflächen sogar fast der Hälfte. Gesamt wurden bis jetzt 45 **Altlasten** vollständig saniert bzw. gesichert.[232]

---

[227] Vgl. *Siller, R., Valtl, M., Weihs, S.*: Verdachtsflächenkataster und Altlastenatlas (2007).
[228] Vgl. *WKO*: Industrieland OÖ (2006).
[229] Vgl. *Siller, R., Valtl, M., Weihs, S.*: Verdachtsflächenkataster und Altlastenatlas (2007), S. 13.
[230] Vgl. *ebenda*: S. 16.
[231] Vgl. *ebenda*: S. 18.
[232] Vgl. *ebenda*: S. 30: 60 Sanierungs-/Sicherungsmaßnahmen, davon 45 vollständig saniert/gesichert und bei 15 Sanierungs-/Sicherungsmaßnahmen begonnen.

Zusätzlich zu den bereits weiter oben (zu Beginn des Kapitels 6.2.2) angeführten Erläuterungen über mögliche Ursachen für das große Erfassungsdefizit bei den in der OÖ Abfallwirtschaft registrierten BRM, sind in folgender Tabelle, mögliche, sonstige Entsorgungs- und Verwertungswege dahingehend nochmals angeführt.

Sonstige Entsorgungs- und Verwertungswege von BRM – entnommen aus „Güterbilanz der Bauwirtschaft: Baurestmassen in Oberösterreich“ (Wien, 1996) S. 132/133.
„Bautechnische Verwertung (z.B. Massenausgleich, Rekultivierung)“
„Wiederverfüllung von Kies- und Schottergruben“
„Nicht deklarierte bzw. nicht erfasste Ablagerung in BRM- Deponien“
„Nicht erfasste Ablagerung in Verdachtsflächen (Lt. ALSAG)“
„Nicht deklarierte Aufnahme in Aufbereitungsanlagen“
„Einsatz im Straßenbau“ (nicht deklarierter)
„Leitungsbau (z.B. Einsatz von BRM bei Künettenverfüllung)“
„Deponienbautechnischer Einsatz von BRM in kommunalen Deponien“
„Nicht erfaste Ablagerung in Mülldeponien“
„Direkter nicht erfasster Wiedereinbau diverser Bauteile“
„Export außerhalb von Oberösterreich“
„Verbleib eines Bauwerkteils auf der Baustelle“
„Thermische Verwertung“ (nicht erfasste)
„Zwischenlagerung“ (nicht erfasste)

Table 23: Sonstige Entsorgungs- und Verwertungswege von Baurestmassen[233]

Zusammenfassend, kann davon ausgegangen werden, dass die Gründe für den Großteil der nicht registrierten Mengen im Bereich **Bodenaushub** überwiegend in der **nicht registrierten Wiederverfüllung vor Ort** zu sehen sind. Bezüglich der **restlichen mineralischen BRM** wurde auf die **Arbeit von Lohnbrechern**, welche nicht an die Nachweispflicht des AWG gebunden sind, aufmerksam gemacht. Bei den restlichen BRM, wo die Lücke zwischen berechnetem und registriertem Anfall in OÖ am größten ist, kann das Erfassungsdefizit darüber hinaus anhand der **mangelnden Zuordnung der nichtmineralischen Fraktionen hinsichtlich ihrer Herkunft aus dem Bauwesen**, (Verwertung gemeinsam mit ähnlichen Fraktionen

[233] Entnommen aus bzw. erstellt nach: *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: BRIO…, S. 132/133.

anderer Wirtschaftsbereiche oder Deklaration als hausabfallähnliche Gewerbeabfälle) erklärt werden. (vgl. detaillierte Erläuterungen weiter oben).

Wie bereits in Kapitel 4.5.1 (S. 63ff.) ausführlich beschrieben, wurde zur zusätzlichen Mengenabschätzung des OÖ BRM- Aufkommens eine **Auswertung** über sämtliche **BRM- Nachweisformulare**, welche im Zuge der 2006' erteilten Abbruchgenehmigungen für die Stadt Linz von der OÖ Umweltrechtsabteilung verwaltet werden, durchgeführt. Da zum Erhebungsstichtag jedoch von allen Abbruchgenehmigungen nur die Hälfte an BRM- Nachweisen bereits verfügbar war, mussten die übrigen Mengen geschätzt werden. Die Hochrechnung, insbesondere auf ganz OÖ, ist deshalb für Schlussfolgerungen über das gesamtquantitative BRM-Aufkommen mit zu großen Unsicherheiten behaftet. Zusätzlich zu den Mengen wurde jedoch auch der Verbleib dokumentiert, sodass wenn auch sehr allgemein, dennoch Schlussfolgerungen über gegenwärtige Entsorgungs- und Verwertungstrends der einzelnen BRM- Fraktionen gezogen werden können.[234]

Jener Anteil der deponiert wurde, ist unter allen Fraktionen mit jeweils weniger als 3% äußerst gering. Was die Zwischenlagerung betrifft, so kann die Annahme, dass eine Zwischenlagerung primär zur späteren Aufbereitung getätigt wird untermauert werden. Zwar besteht die Möglichkeit, um den Altlastenbeitrag, welcher abhängig von der Deponie für jede deponierte Tonne zu entrichten ist, durch Zwischenlagerung hinauszuzögern, doch ist dies nur für jene wenigen Unternehmen denkbar, welche selber über derartige Kapazitäten verfügen. Unter sämtlichen Nachweisformularen wo bei der Angabe der Zwischenlagerung dahingehend zu unterscheiden ist (der Wirtschaftskammer), wurde die Zwischenlagerung zur Verwertung gewählt. Ferner geht hervor, dass unter den mineralischen BRM, Asphalt vollständig verwertet oder direkt wiedereingebaut wird, Bauschutt, sofern man die Zwischenlagerung dazuzählt zu über 90% verwertet wird und Betonabbruch (einschließlich Zwischenlagerung) zu über 99%. Diese Ergebnisse stimmen gut mit den, für gesamt OÖ, registrierten Mengen überein. Holz wurde überhaupt nicht deponiert, was die Umsetzung der Deponieverordnung bestätigt. Ferner wurde für ein Fünftel der Alt-/und Abbruchhölzer Recycling angegeben, was zeigt, dass wie

[234] Für Bodenaushub konnten aufgrund der Tatsache, dass nur BRM- Nachweise über Abbruchvorhaben vorliegen keine ergänzenden Informationen gewonnen werden.

oben angenommen, hierfür nicht nur die thermische Verwertung in Frage kommt. Bezüglich Metalle kann ebenfalls wie angenommen eine 100% Weiterverwertung nachgewiesen werden.

Abschließend muss angemerkt werden, dass trotz detaillierter Auswertung vor allem deshalb keine präziseren Rückschlüsse gemacht werden können, da sofern überhaupt vorgeformte BRM- Nachweisformulare verwendet werden, gegenwärtig 2 verschiedene Versionen, mit ungleicher Unterteilung, was die Angabe über den Verbleib der einzelnen Fraktionen betrifft, im Umlauf sind.[235] So wird in dem älteren Formular (vgl. Anhang A.5), welches im Vergleich zum Neueren, von der Wirtschaftskammer zur Verfügung gestelltem, nur eine grobe Unterteilung vorsieht aber dennoch gegenwärtig stark in Verwendung ist, unter anderem die Entsorgung als möglichen Verbleib genannt und beispielsweise Entsorgungsunternehmen wie die AVE angeführt. Welcher Behandlung solch ein Entsorger jedoch dann die angelieferte Fraktion unterzieht (thermisch, stofflich, etc.) geht daraus oft nicht hervor.

[235] Während jenes, von der Wirtschaftskammer zur Verfügung gestellte Formular neben Wiedereinbau, Recycling, Deponierung und Zwischenlager zusätzlich auch noch zwischen Sortierung, stofflicher Verwertung und thermischer Behandlung differenziert, unterbleibt diese Unterscheidung in dem älteren, aber nach wie vor stark im Einsatz befindlichen Formular, welches zusätzlich zu den 4 erstgenannten Optionen nur noch die Entsorgung anführt. (vgl. *Anhang*, S. 10).

7. Conclusion according to current and future disposal- and recycling facilities

(7. Schlussfolgerung anhand gegenwärtiger und zukünftiger Entsorgungs- und Verwertungskapazitäten**)**

Ausgehend von dem im vorigen Kapitel ermitteltem, jährlichem Gesamt BRM-Aufkommen, wird zuerst auf die gegenwärtigen Behandlungs- bzw. Aufnahmekapazitäten verschiedener Deponien, sowie entsprechender Sortier- und Aufbereitungsanlagen in OÖ eingegangen, wobei auch thermische Behandlungsanlagen in die Betrachtung mit einfließen. (Kap. 7.1). Im Anschluss daran, werden basierend auf einer groben Mengenabschätzung des zukünftigen BRM- Anfalls (Kap. 7.2.1), neben einem rein quantitativen Abgleich zukünftig notwendiger und derzeit vorhandener Kapazitäten abschließend auch qualitative Erfordernisse zur nachhaltigen Behandlung von BRM untersucht. (Kap. 7.2.2).

7.1. Current average utilization and remaining capacity of plants and landfills for construction and demolition waste

(7.1. Derzeitige Anlagenauslastung und Restkapazitäten für die Bewirtschaftung von Baurestmassen**)**

Kapitel 7.1.1 widmet sich den unterschiedlichen Deponien in OÖ, während in Kapitel 7.1.2 die Behandlungsanlagen hinsichtlich ihrer Übernahmekapazitäten analysiert werden.

7.1.1. Capacity of landfills

(7.1.1. Deponiekapazitäten**)**

Sämtliche Daten beziehen sich auf die, von den einzelnen Deponiebetreibern, dem Amt der OÖ Landesregierung (Abteilung Umwelt- und Anlagentechnik) übermittelten Jahresmengen. Die für die einzelnen Deponien angegebenen Ablagerungsmengen (Schüttung) weichen allerdings von jenen Mengen, welche in Kapitel 6 (Abb. 19) als

Summe aller Entsorgungsflüsse in die einzelnen Deponien münden, leicht ab, da ein gewisser Teil, insbesondere bei den Bodenaushubdeponien als Abdichtungsmaterial deponienbautechnisch wieder verwertet wurde. Seitens der Deponiebetreiber wird die Schüttmenge sowohl in t/a. als auch in m³/a angegeben, da sich die Restkapazität einer Deponie letztlich aus dem jährlichen Flächen-/Volumenverbrauch errechnet. Entsprechend der Deponieverordnung unterschiedet man zwischen den 4 Deponietypen Bodenaushub-, BRM-, sowie Massenabfall- und Reststoffdeponien, wobei analog zur Materialflussanalyse in Kapitel 6 auch hinsichtlich ihrer Kapazitäten Massenabfall- und Reststoffdeponien hier zusammengefasst werden.

Folgende Tabelle zeigt die 2005 an OÖ **Bodenaushubdeponien** abgelagerte Menge an Bodenaushubdeponien sowie das analog dazu 2006 verbrauchte, und zu Beginn 2007 noch verfügbare Deponievolumen. Aus den regelmäßigen, jährlichen Aufzeichnungen über die an OÖ Bodenaushubdeponien abgelagerten Mengen durch das Amt der OÖ Landesregierung (Abteilung Umwelt- und Anlagentechnik) geht hervor, dass seit Umsetzung der Deponieverordnung im Jahr 2004, die Menge an deponiertem Bodenaushub stetig abgenommen hat. Dieser Trend kann zum einen mit einer leicht abnehmende Gesamtmenge an anfallenden Bodenaushub infolge von geringerer Neubautätigkeit im Wohnbau (vgl. Kapitel 6: Erläuterungen zu Bodenaushub), als auch mit einer anzunehmenden, größeren Wiederverfüllungs- und Recyclingquote von Bodenaushub allgemein, erklärt werden. Trotz leichter Abnahme des Bodenaushubs, stellt diese Menge nach wie vor absolut die größte Menge unter allen Abfällen dar. Unterstellt man trotz des leichten Rückgangs an deponiertem Bodenaushub eine gleich bleibende, jährliche Gesamtmenge an, auf Bodenaushubdeponien, abgelagertem Bodenmaterial, würde das gegenwärtig noch verfügbare Deponievolumen von 11,5 Mio. m³ noch für weitere 10 Jahre reichen. Diese 10 Jahre stellen allerdings eine untere Grenze dar, zumal bei anhaltendem Trend einer jährlich abnehmenden Menge deponierten Bodenaushubs die Kapazitäten möglicherweise doppelt so lange, bis zu **20 Jahre (maximal)** ausreichen könnten.

Bodenaushubdeponien in OÖ		
Abgelagerte Menge 2006 (t) (auf 124 Deponien)	Verbrauchtes Volumen 2006 (m³) (auf 124 Deponien)	Verfügbares Volumen 2007 (m³) (von 157 Deponien - davon 9 momentan nicht in Betrieb)
2.119.000	**1.146.300**	**11.543.000**

Table 24: Bodenaushubdeponien in Oberösterreich

Wie bereits weiter oben einleitend erwähnt, beziehen sich die in Tabelle 24 ausgewiesenen 2,1 Mio. t Bodenaushub im Jahr 2006 auf die tatsächliche Schüttmenge, welche knapp 10% unter jener Menge, welche insgesamt 2006 in OÖ Bodenaushubdeponien angeliefert wurde liegt (vgl. Kap. 6), sodass die Differenz dem deponiebautechnischem Einsatz zugerechnet werden kann.[236]

Zwar werden immer wieder neue Deponien erschlossen, jedoch stellt Deponieraum absolut gesehen eine begrenzte Ressource dar, die es gilt durch Schließen von Stoffkreisläufen im Bauwesen so weit als möglich zu schonen.

Die nächste Tabelle zeigt analog zum Bodenaushub die 2005 und 2006 abgelagerten Mengen das 2006 verbrauchte, sowie zu Beginn 2007 noch verfügbare Deponievolumen sämtlicher **Baurestmassendeponien** in OÖ. Von den 94.000t abgelagerten Massen entfallen ca. 2/3 auf Aushubmaterial und verunreinigten (z.B. mit ÖL) Boden (vgl. Kap. 6 Materialflussdiagramm Abb. 19). Das auf BRM- Deponien angelieferte Bodenaushubmaterial ist grundsätzlich stärker verunreinigt als jenes, welches auf Bodenaushubdeponien gelangt. Darüber hinaus werden die mineralischen Anteile aussortierter Baustellenabfälle sowie andere überwiegend mineralische BRM abgelagert, die mitunter wie Asbest- oder Asbestzement auch als gefährlich einzustufende Fraktionen enthalten können. In den einzelnen deponierten Fraktionen, darf der jeweilige, nichtmineralische, organische Anteil höchstens 10 Volumsprozent betragen.[237]

Baurestmassendeponien in OÖ				
7 OÖ Deponien	Abgelagerte Menge 2005 (t)	Abgelagerte Menge 2006 (t)	Verbrauchtes Volumen 2006 (m³)	Verfügbares Volumen 2007 (m³)
Gesamt	**104.000**	**94.000**	**58.650**	**2.686.700**

Table 25: Baurestmassendeponien in Oberösterreich

Insgesamt ist die Gesamtmenge, welche 2006 auf BRM- Deponien verbracht wurde mit über 10.000 t um fast 10% zurückgegangen. Wenngleich aufgrund dieser

[236] Vgl. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: BRIO…, S. 133: „Deponiebautechnischer Einsatz von Baurestmassen in kommunalen Deponien: (…) Bodenaushub als Abdichtungsmaterial (ev. als Drainageschicht oder als Stablilisierungsmaterial): 10-15% der abgelagerten Abfälle (…)“.

[237] Gemäß *BGBl. II Nr. 2004/49* Anlage 2 zur Deponieverordnung dürfen zur Deponierung auf Baurestmassen – und Massenabfalldeponien „Bauwerksbestandteile aus Metall sowie Kunststoff, Holz oder anderen organischen Materialien wie Papier, Kork, etc. in einem Ausmaß von insgesamt höchstens 10 Volumsprozent enthalten sein.“

Abnahme auf eine gestiegene Recyclingquote geschlossen werden kann (Steigerung des Anteils unter den mineralischen BRM - ohne Boden - welche einer Verwertung zugeführt wurden von 82% 2005' auf 85% 2006')[238] so gilt insbesondere mit Blick auf den langfristig zu erwartenden, starken Anstieg an mineralischen BRM (vgl. Kap. 7.2), auch unter den BRM- Deponien Deponieraum durch Verwertung und Abfallvermeidung weitest möglich zu schonen und Stoffkreisläufe zu schließen. Bei Unterstellung einer gleich bleibenden Abnahme von jährlich 10% an weniger zu deponierenden BRM auf BRM- Deponien, würde diese Menge in **45 Jahren** auf unter 1000t, um mehr als 90% gegenüber dem Aufkommen von 2006 sinken. Da ein solches Szenario angesichts langfristig starker Zuwächse beim Gesamtanfall an mineralischen BRM (vgl. Kap. 7.2) als unwahrscheinlich gilt, wird keine abnehmende, sondern eine gleichbleibende Jahresmenge zur Berechnung der Kapazitäten herangezogen. Infolgedessen wären mit knapp 2,7 Mio. t noch offenem Deponievolumen zu Beginn 2007 die Kapazitäten zur Ablagerung auf BRM-Deponien mittelfristig für die nächsten 45 Jahre gesichert.

Wenngleich mengenmäßig von nur geringer Bedeutung für die Bewirtschaftung von BRM, müssen auch die **Massenabfall- und Reststoffdeponien** bei einer Gesamtkapazitätsbetrachtung mitberücksichtigt werden. Unter den mineralischen BRM, wurden 2006 nachweislich 7828 t, vornehmlich Bauschutt, auf Massen- und Reststoffdeponien abgelagert, was lediglich 0,7% aller registrierten mineralischen BRM entspricht. Gegenüber 1% an mineralischen BRM (ohne Boden), welche 2006 auf BRM- Deponien verbracht wurden, ist dies jedoch nur unwesentlich weniger. Von den 122.203 t an Abfällen welche 2006 auf Oberösterreichs Massenabfall- und Reststoffdeponien verfüllt wurden, können somit mindestens 6,4% dem Bauwesen zugerechnet werden. Seit Umsetzung der Deponieverordnung (Beginn 2004) werden bedingt durch das Deponierungsverbot für Abfälle mit mehr als 5% organischem Kohlenstoff[239], nur mehr überwiegend mineralische Fraktionen abgelagert. Dies hatte vor allem Auswirkungen auf die Behandlung von Baustellenabfällen, welche vor Inkrafttreten dieser Novelle großteils einschließlich ihrer nichtmineralischen Bestandteile deponiert werden konnten. Seit dessen Inkrafttreten, werden jedoch unter den nichtmineralischen Bestandteilen jene, welche nach entsprechender

[238] Vgl. *Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.)*: Abfallbericht 2005: S. 3, Abfallbericht 2006: S. 4.
[239] Vgl. *BGBl. II Nr. 2004/49* Deponieverordnung § 5 Z. 7.

Vorsortierung keinem (stofflichen) Recycling zugeführt werden können, sogenannte Sortier- und Aufbereitungsreste, einer thermischen Behandlung zugeführt. Aufgrund dieser Verordnung, aufgrund derer „nur mehr thermisch oder mechanisch-biologisch vorbehandelte Abfälle abgelagert werden dürfen“ werden die derzeit verfügbaren Kapazitäten der Massenabfall- und Reststoffdeponien mit **17 Jahren** als mittelfristig gesichert angesehen.[240]

7.1.2. Capacity of treatment plants

(7.1.2. Anlagenkapazitäten**)**

In Anlehnung an die zuvor erläuterten Änderungen durch die Deponieverordnung werden im Zuge der Anlagenkapazitäten zuerst die thermischen Anlagen kurz betrachtet, bevor im Anschluss auf die eigentlichen Sortier- und Aufbereitungsanlagen für BRM eingegangen wird.

Die **thermische Verwertung** ist vor allem für die organischen BRM wie Alt- und Abbruchholz, sowie Kunststoffabfälle, als auch diverse Verpackungsabfälle aus dem Bauwesen relevant. Insgesamt wurden von den registrierten BRM 2006 18.520 t Alt- und Abbruchholz, sowie 209 t Baustellenabfälle in OÖ thermischen Behandlungsanlagen nachweislich behandelt. Wenngleich auch dieser Teil, gemessen an der Gesamtmenge thermisch behandelter Fraktionen in OÖ, gering ist, so kann davon ausgegangen werden, dass in Summe mehr nichtmineralische BRM thermisch behandelt, als mineralische BRM auf Massen- und Reststoffdeponien abgelagert werden, zumal mit Kunststoff- und Verpackungsabfälle, bzw. jenen Sortierresten aus Baustellenabfällen, die als hausabfallähnliche Gewerbeabfälle das Bauwesen verlassen und diesem nur schwer nachträglich zuordenbar sind, der Teil tatsächlich thermisch behandelter BRM (nichtmineralisch) weit größer ist. Im AIS (Abfallinformationssystem) beim Amt der OÖ Landesregierung (Abteilung Umwelt- und Anlagentechnik) scheinen 2007 **7 thermische Anlagen** auf, welche eine mögliche Jahreskapazität von ca. 1.3 Mio. t/a aufweisen. Zwar ist mit 1,073 Mio. t die thermisch behandelte Menge sehr hoch, jedoch beinhaltet diese 32% „innerbetriebliche Produktionsrückstände aus der Papierproduktion“ und ca. 52%

[240] Vgl. *Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.)*:, Abfallbericht 2006: S. 9.

Fremdabfälle aus anderen Bundesländern.[241] Hervorzuheben ist dabei die energetische Verwertung als Brennstoff „bei den thermischen Anlagen der Zementindustrie".[242]

Trotz mangelnder Daten über die tatsächliche Menge an thermisch behandelten Bauabfällen, kann davon ausgegangen werden, dass mit den bestehenden Anlagenleistungen für OÖ Bauabfälle dahingehend genügend Kapazitäten vorhanden sind. Denn selbst bei einer theoretisch, vollständig thermischen Behandlung aller anfallenden Holz-, Kunststoff- und Verpackungsabfälle aus dem Bauwesen[243] (entspricht jedoch insbesondere bei den Verpackungsabfällen nachweislich nicht der Realität – vgl. Kap. 6.2.2 Verpackungsabfälle), dessen berechneter Anfall sich in OÖ 2006' auf ca. 0,15 Mio. t belief,[244] sind hierfür gegenwärtig **genügend Kapazitäten** vorhanden. Zwar ist angesichts der möglichen energetischen Verwertung und der damit verbundenen Deponieraumschonung der thermischen Behandlung gegenüber der Ablagerung klar der Vorrang einzuräumen, doch gilt auch hier als oberste Maxime im Sinne der Nachhaltigkeit durch Schließen von Stoffkreisläufen das Aufkommen solcher Abfälle soweit als möglich im Vorhinein zu vermeiden.

Was die Behandlung von BRM im Sinne mechanisch, physikalischer **Sortier- und Aufbereitungsanlagen** betrifft, so wurde bereits in Kap 6.2.2 dieser Aufbereitungsprozess anhand einer gemischten Sortier- und Aufbereitungsanlage beschrieben (vgl. Abb. 20). Die folgenden Erläuterungen und Berechnungen beziehen sich großteils auf gemischte Sortier- und Aufbereitungsanlagen, keinesfalls jedoch auf reine Sortieranlagen, oder auf einzelne Bagger und Brecher, welche im Materialflussdiagramm in Kap. 6.2.2 (Abb. 19) pauschal als gemischter Sortier- und Aufbereitungsprozess mitberücksichtigt wurden.

In folgender Tabelle wurde versucht die mögliche Mindestkapazität sämtlicher Anlagen in Oberösterreich zu errechnen. Da für OÖ keine aktuellen Angaben über

[241] Vgl. *ebenda*: S. 9.
[242] *Ebenda*: S. 9.
[243] Vgl. Kap. 6: Berechneter Gesamtanfall an BRM, einschließlich jener überwiegenden Menge, die einer Wieder-/Weiterverwertung zugeführt werden;
[244] Vgl. Kap. 6: Summe aus berechnetem Jahresanfall an Alt- und Abbruchholz (101.532 t), Kunststoffabfällen (1.368 t) und Verpackungsabfällen (51.403) = 154.303 t im Jahr 2006'.

die Gesamtanlagenzahl vorliegen, wurde (die für 2005) im Bundesabfallwirtschaftsplan 2006 angegebene Menge von **74 BRM-Aufbereitungsanlagen** in OÖ[245] als Basis herangezogen. Dies entspricht von 293 Anlagen bundesweit einem Viertel aller österreichischen Anlagen. Die mögliche Kapazität einer Anlage ergibt sich neben ihrer technischen Auslegung und Größe vor allem durch die mögliche Nutzungsdauer. Im Zuge einer Studie über das zukünftige BRM- Aufkommen in Thüringen wurden solche Anlagenkapazitäten in Tonnen pro Jahr geschätzt, wobei für stationäre Anlagen ein Dauerbetrieb mit 220 Betriebstagen (à 8 h) und für mobile Anlagen je nach Einsatzdauer in 4 Wochenabschnitten ein Teilbetrieb unterstellt wurde.[246] Bezüglich stationärer und mobiler bzw. semimobiler Anlegen liegen nur Informationen für die im Österreichischen Baustoffrecyclingverband (BRV) gemeldeten Anlagen vor, welche mit gesamt 21 Stück etwas mehr als einem Viertel aller Anlagen entsprechen. Bezüglich der technischen Auslegung besteht ein ähnliches Informationsdefizit. So geht nur aus den im BRV angeführten Anlagen hervor, dass die Aufbereitung von mineralischem Bauschutt, sowie Asphalt- und Betonrecycling zu den gängigsten Leistungen gehören, wobei 4 der 21 BRV- Anlagen auch gefährliche Abfälle sowie kontaminierte Böden behandeln. Abhängig vom aufbereiteten Sekundärrohstoff und dessen Qualitätserfordernis sind unterschiedliche Leistungen notwendig. Mangels sonstiger Angaben wurden zur Datenumlegung auf OÖ die nichtspezifizierten Anlagen als Berechungsbasis verwendet. Da davon auszugehen ist, dass die Anlagen des BRV gleichzeitig die kapazitätsstärksten sind, wurde für die verbleibenden Anlagen (welche mitunter stationäre enthalten könnten) wie für die nachweislich Mobilen des BRV, ein Teilbetrieb unterstellt, sodass die ermittelten Kapazitäten nicht zu hoch angesetzt sind.

[245] Vgl. *BMLFUW (Hrsg.)*: Bundesabfallwirtschaftsplan 2006, S. 92.
[246] Vgl. *ARGUS*: Prognose Bauabfälle Thüringen…, S. 8.

Behandlungsanlagen für Baurestmassen in OÖ									
			Zahl der Betriebswochen						
		davon gem.	4	8	**12**	16	20	24	44(=Dauerb.)
Anlagentypus	**Anzahl Σ**	*beim BRV*	**Kapazität aller Anlagen (Σ)** entsprechen d. Anzahl an Betriebswochen in **t/a**						
stationär	**8**	*8*							1.528.972
semi-/mobil (od.k.A. - Annahme kl. Semi-/mobile Anlagen)	**66**	*13*	1.625.984	2.724.787	3.823.590	4.922.394	6.021.197	7.120.000	12.614.016
Gesamtkap. aller Anlagen (=inkl. Dauerbetrieb der stat.Anl.)	**74**	*21*	**3.154.956**	**4.253.759**	**5.352.562**	**6.451.365**	**7.550.168**	**8.648.972**	**14.142.988**

In Anlehnung an Berechnungen über die *"(...)Entsorgungskapazitäten von Bau- und Abbruchabfällen in Thüringen für die Jahre 2005, 2010 und 2015"* der ARGUS - Statistik und Informationssysteme GmbH, Berlin (2004): (1 Woche à 5 Tage (à 8h); Als Basis zur Umlegung der Daten auf OÖ dienen die genehmigten Algenapazitäten der nicht spezifizierten Aufbereitungsanlagen in Thüringen 2004.

Table 26: Aufbereitungs- und Sortieranlagen für Baurestmassen in Oberösterreich[247]

Bisherige Studien wie BRIO (1996) oder BRIST (2000)[248] gehen von einer durchschnittlichen Anlagenkapazität (Durchschnitt aller mobilen und stationären) von 45.000 t/a aus. Obige Tabelle differenziert dahingehend zumindest zwischen stationärer und mobiler Anlage, wobei sich auf Basis der Ergebnisse für Thüringen eine maximale Jahresleistung von ca. 190.000t einer stationären und abhängig von der Nutzungsdauer bei einer mobilen Anlage eine Maximaljahresleistung bei 8 Wochen von 42.000t und bei 12 Wochen von knapp 58.000 t je Anlage ergibt. Unter den Mobilen ist eine tatsächliche Nutzungsdauer schwer abzuschätzen, da im Zuge des Transports ein Dauerbetrieb unwahrscheinlich ist. In Anbetracht der berechneten Menge an BRM (einschließlich nichtmineralischer ohne Bodenaushub) von knapp 2 Millionen Tonnen im Jahr 2006 (vgl. berechneter Gesamtanfall in Kap. 6 und Anhang A.7.2. S 26). wären aber bereits bei einem 4 Wochenbetrieb der mobilen Anlagen gegenwärtig ausreichend Kapazitäten vorhanden. Ein Vergleich der Kapazitäten von Thüringen und dessen Gesamtjahresanfall von BRM kommt zu ähnlichen Überkapazitäten. Wenngleich darauf aufmerksam gemacht wird, dass es unwahrscheinlich ist, „dass derartige Überkapazitäten auch bei hochwertigen Anlagen verfügbar sind"[249], so kann bei unterstelltem Teilbetrieb von einem Quartal (12 Wochen) auch angesichts eines, zukünftig zu erwartendenden, starken Anstiegs an zu behandelten BRM von ausreichenden Kapazitäten ausgegangen werden, zumal gerade durch mobile Anlagen die Kapazität schnell aufgestockt werden kann.

[247] Schätzung der Gesamtkapazitäten in Anlehnung an: *ARGUS* (2004) S. 8, Tab. 5: Von den ausgewiesenen Gesamtkapazitäten (entsprechend dem Einsatz an Betriebswochen) der nicht spezifizierten Anlagen wurde die Durchschnittskapazität je Anlage ermittelt und auf die Anlagenzahl in OÖ übertragen, wobei für stationäre Anlagen ein Dauerbetrieb angenommen wurde.
[248] Vgl. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al.*: BRIO…, S. 123, BRIST…., S. 149.
[249] Vgl. *ARGUS*: Prognose Bauabfälle Thüringen…, S. 8.

7.2. Future demands for a sustainable treatment of construction and demolition waste

(7.2. Zukünftige Anforderungen an eine nachhaltige Behandlung von Baurestmassen**)**

In Kapitel 7.1 wurden für Anlagen und Deponien die Jahres- sowie Restkapazitäten auf Grundlage des gegenwärtigen Anfalls berechnet. Es ist jedoch zu erwarten, dass sich langfristig Art und Menge der BRM ändern werden. Ausgehend von einer groben Mengenabschätzung der zukünftigen BRM- Fraktionen (Kap. 7.2.1) werden im Anschluss daran die gegenwärtigen Behandlungskapazitäten erneut bewertet, wobei im Sinne einer nachhaltigen BRM- Bewirtschaftung auch integrierte Behandlungsstrategien mit in die Betrachtung einfließen (Kap. 7.2.2.).

7.2.1. Estimated future quantities of construction and demolition waste

(7.2.1. Geschätztes zukünftiges Baurestmassenaufkommen**)**

Die zukünftigen BRM setzten sich zum Großteil aus dem im heutigen Lager gebundenen Materialien zusammen, wobei mit derzeit 73% aller BRM (ohne Boden) der überwiegende Teil auf den Hochbau entfällt. Dass sich eine geänderte Bauweise, hinsichtlich der verwendeten Materialien auf die zukünftigen BRM auswirkt, wird am besten bei Betrachtung des Lagers im Wohnbau deutlich. In Kapitel 5.2 konnte anhand der Aufgliederung der im heutigen Bauwerksbestand gebundenen Materialien nach Epochen gezeigt werden, dass sich die Baustoffzusammensetzung der letzten Jahrzehnte gegenüber jener der Vorkriegszeit massiv verändert hat. Insbesondere der Betonanteil hat seit den 80ern stark zugenommen und als Hauptbaustoff mittlerweile dem Mauerziegel bereits den ersten Rang abgenommen. Ferner hat, wohl bedingt durch den auch im Wohnbau eingesetzten Trend zur vermehrt ökologischen Bauweise, Holz als Baumaterial anteilsmäßig zugelegt und auch Metall und Dämmstoffe finden mittlerweile einen vermehrten Einsatz. (vgl. Kap. 5.2 Abb. 10).

Betrachtet man den Wohnbau, so kann ähnlich wie in Bayern trotz des steigenden Sanierungsaufwands des gegenwärtigen Bestands, bedingt durch die rückläufige

Neubauquote im Wohnbau[250] von einem **abnehmenden Gesamtrohstoffverbrauch** ausgegangen werden.[251] Eine langfristig ähnliche Entwicklung für das gesamte Bauwesen einschließlich Tiefbau prognostiziert die Studie BRIZU, welche von einem zukünftig abnehmenden Materialverbrauch im steiermärkischen Bauwesen ausgeht.[252] Gleichzeitig wird aber langfristig trotz sinkendem Materialeinsatz eine starke Zunahme der anfallenden BRM insbesondere beim Hochbau, aber auch beim Tiefbau angenommen. So soll in der Steiermark das gegenwärtige Gebäudelager demnach nur mehr 40% des Bauwerksbestandes von 2050 ausmachen,[253] wobei vor allem **Gebäude mit Baujahr zwischen 1945 und 1980 saniert oder vollständig abgerissen** werden müssen, was letztlich zu einer Zunahme der mineralischen BRM im Hochbau um 60% bis 2050 (gegenüber der Menge an BRM 1995) führen wird.[254] Für den Tiefbau wird dagegen nur ein geringer Anstieg des BRM- Anfalls prognostiziert.[255] Wenngleich sich diese Ergebnisse auf die Steiermark beziehen, so muss für OÖ zumindest auch vom allgemeinen Trend einer stark ansteigenden Menge zukünftig anfallenden BRM infolge sanierungs- und abrissfälliger Gebäude der Bauepoche 45' bis 80' ausgegangen werden.

Im Folgenden wurde versucht anhand der Ergebnisse für den steiermärkischen Hochbau der Studie BRIZU[256] und dem, im Kapitel 6.1, für OÖ (2001) errechneten BRM- Anfall, das **zukünftige Aufkommen an BRM** zu ermitteln. Die Prognose bezieht sich auf das Jahr 2051 und kann folglich nur als Richtwert interpretiert werden. Da nur für ausgewählte Fraktionen im Hochbau prognostizierte Mengen verfügbar waren, wurden den restlichen Fraktionen so wie dem Tiefbau allgemein ein Zuwachs von 20% unterstellt. Ein **20%er Zuwachs im Tiefbau** geht sehr konform mit den Prognosen für die Steiermark. Bezüglich der restlichen Fraktionen im Hochbau wurde wie schon zur Hochrechnung der Mengen im Wohnbau von 2001 auf 2006 (vgl. Kap. 6.1 und Anhang A.7.2), ein Mengenanstieg analog zum Bevölkerungszuwachs prognostiziert, was bei einer linearen Bevölkerungszunahme bis 2051 wie von 2001 auf 2006 ebenfalls einem Anstieg von gut 20% entspricht.

---

[250] Vgl. *ÖSTAT*: Bericht über die Wohnbautätigkeit in OÖ 2002: S. 13.
[251] Vgl. *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al*: Baustoffströme in Bayern…, S. 27.
[252] Vgl. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al.*: BRIZU…, S. 13 und S. 21
[253] Vgl. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al.*: BRIZU…, S. 14.
[254] Vgl. *ebenda*: S. 24.
[255] Vgl. *ebenda*: S. 21: „sensible Erhöhung des Baurestmassen-Anfalls; sie ist aber nicht relevant, weil sie unter 20% bleibt;"
[256] Vgl. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al.*: BRIZU.

Zukünftiger Output im OÖ Bauwesen (ohne Bodenaushub) in t/a.								
	Hochbau			*Tiefbau*			*gesamtes OÖ Bauwesen*	
Fraktionen	%-Anstieg v.2001'-2051' einzeln.Fraktionen	Hochbau 2001	**Hochbau 2051**	%-Anstieg v.2001'-2051' k.A.pauschal +20%	Tiefbau 2001	**Tiefbau 2051**	Σ Bauwesen OÖ 2001	**Σ Bauwesen OÖ 2051**
Mineral.BRM (Bauschutt, Betonabbruch, (Asphaltaufbr. = nur 0,1% im Hochbau)	**40%**	-1.242.158	-1.739.021	k.A.Annahme 20%	-491.903	**-590.283**	-1.734.060	-2.329.304
Alt- & Abbruchholz	**28%**	-84.277	-107.874	k.A.Annahme 20%	-15.170	**-18.204**	-99.446	-126.078
Metallschrott	**65%**	-12.040	-19.865	k.A.Annahme 20%	-9.217	**-11.061**	-21.257	-30.926
Kunststoffabfälle	**77%**	-1.136	-2.010	k.A.Annahme 20%	-204	**-245**	-1.340	-2.256
Restliche(Flachglas,Dämmst. ,Verpackungen, sonstige)	k.A.Annahme 20%	-93.309	-111.970	k.A.Annahme 20%	-683	**-819**	-93.991	-112.790
	Gesamt	*-1.432.918*	***-1.980.741***	*Gesamt*	*-517.177*	***-620.612***	*-1.950.095*	***-2.601.353***

Table 27:Zukünftiger BRM- Anfall in OÖ im Jahr 2051[257]

Wie in obiger Tabelle ersichtlich, bleibt trotz teils starker Zuwächse bei den nichtmineralischen Anteilen, die **Zusammensetzung der BRM** hinsichtlich der einzelnen Anteile im Wesentlichen **unverändert**, da die **mineralischen BRM**, welche gegenwärtig (ohne Bodenaushub) 90% des Gesamtanfalls[258] ausmachen auch zukünftig den **Großteil** (90%) aller BRM (ohne Bodenaushub) darstellen. Bodenaushub wird ein gleichbleibender, bis leicht rückläufiger Anfall unterstellt, da bereits jetzt eine rückläufige Neubauquote festzustellen ist, was zu geringeren Aushubmassen führt. Mit über 2,3 Mio. /a. steigt der **Gesamtanfall an mineralischen BRM (ohne Bodenaushub) bis 2051 gegenüber 2001** um über **33%**, (bzw. 31% gegenüber 2 Mio. t im Jahr 2006). Macht gegenwärtig mineralischer Bauschutt den größten Teil dabei aus, so kann davon ausgegangen werden dass vor allem in Zuge von Adaptierungsleistungen der Betonanteil als Betonabbruch auch outputseitig stark zunehmen wird. Dennoch dürfte auch 2051 bedingt durch den zu erwartenden hohen Anteil an Abbrüchen des Baubestandes 1945-1980 noch mineralischer Bauschutt die mengenmäßig größte Fraktion unter den mineralischen BRM darstellen. Wenngleich in absoluten Zahlen nur gering, steigt die zu behandelnde Menge an nichtmineralischen BRM gegenüber 2001 bei Metallschrott um 45% und bei Kunststoffen auf 68%. Die restlichen Fraktionen einschließlich Alt- und Abbruchholz weisen geringere Zuwächse auf, wenngleich gerade bei Dämmstoffen und anderen Verbundmaterialien jegliche Zunahme aus Sicht der

[257] Als Grundlage zur Hochrechnung des Hochbaus wurden die prognostizierten Werte für die Fraktionen mineralische BRM, Holz, Metall und Kunststoff für die Steiermark der Jahre 2001 und 2051 verglichen und daraus der % Anstieg errechnet. (vgl. hierzu *Glenck, E., Lahner, T.V. et al.*: BRIZU…: 2000: S. 24 Tab. 5-11). Für die restlichen Fraktionen, sowie für den gesamten Tiefbau wurde ein Anstieg von 20% bis 2051 unterstellt.

[258] Vgl. Kapitel 6.1.3.1.

Abfallwirtschaft kritisch zu beurteilen ist. Im Zuge des Vollwärmeschutzes wurden Dämmstoffe seit der Nachkriegszeit nicht nur zunehmend für Neubauten, sondern auch zur nachträglichen Adaptierung und Sanierung eingesetzt.[259] Damit steigt der notwendige zukünftige Trenn- und Sortieraufwand um diese Problemstoffe einer ökologisch unbedenklichen Entsorgung bzw. Verwertung zuzuführen.

7.2.2. Sustainable treatment of construction and demolition waste

(7.2.2. Nachhaltige Bewirtschaftung von Baurestmassen**)**

Mit dem für die Zukunft prognostiziertem, stark zunehmendem BRM- Aufkommen steigen auch analog die notwendigen Behandlungskapazitäten. Zieht man dazu das noch offene Deponievolumen von **BRM- Deponien** heran, so ist angesichts eines 33%igen Anstiegs bis 2051 unter den mineralischen BRM, die ermittelte Restkapazität von 45 Jahren[260] leicht nach unten zu relativieren. Unterstellt man einen linearen Anstieg dieses Zuwachses, so nimmt bei den mineralischen BRM deren jährliche Gesamtmenge mit zusätzlich knapp 12.000 t/a bis 2051 auf über 2,3 Mio. t/a zu. 2006 wurden jedoch nur knapp 30.000t[261] (= 2,5% des registrierten und 1,7% des berechneten Anfalls mineralischer BRM – ohne Boden) auf BRM-Deponien abgelagert. Der Großteil wurde zu 85% recycelt bzw. für eine Weiterverwertung zwischengelagert und etwas weniger als 1% letztlich auf Massenabfall- und Reststoffdeponien verbracht. Von den ca. 94.000t welche 2006 auf BRM- Deponien abgelagert wurden entfiel somit der Großteil auf verunreinigtes Bodenaushubmaterial, für welches aber aufgrund abnehmender Neubautätigkeit kein Zuwachs angenommen wird. Infolgedessen ist jene Menge, welche bedingt durch den Anstieg an mineralischen BRM auf BRM- Deponien zusätzlich abgelagert wird verschwindend gering, sodass bei gleichbleibender Recyclingquote, das gegenwärtig noch offene Deponievolumen für mindestens weitere **40 Jahre** ausreichen sollte.[262]

---

[259] Vgl. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al.*: BRIZU…, S. 27.

[260] Vgl. Kap. 7.1.1 S. 129: Offenes, noch verfügbares Deponievolumen für 45 Jahre bei Zugrundelegung einer gleichbleibenden jährlichen Schüttmenge wie im Jahr 2006.

[261] 8.371t Bauschutt + 787 t Betonabbruch + 1.753 t Asbest- und Faserzement + 18.852 t mineralische Sortier- /Aufbereitungsreste von Baustellenabfällen = 29.793 t.

[262] 2006 wurden 66.000t verunreinigter Boden und ca. 30.000t (vgl. Fußnote 260) sonstige mineralische Abfälle auf BRM- Deponien abgelagert. Bei einer gleichbleibenden Recyclingquote würden infolge der Zunahme der mineralischen BRM (ohne Boden) um 33% der mineralische Anteil von 30.000 t auf 40.000t ansteigen, womit bei gleichbleibender Menge an Bodenaushub die zu deponierende Menge von 96.000 t auf 106.000 t zunimmt. Bei einer Restkapazität von gegenwärtig

Wenngleich dies einen langen Zeithorizont darstellt, so ist Deponieraum eine begrenzte Ressource die es durch Vermeidung und Verwertung von Abfällen zu schonen gilt.

Insbesondere die **Massenabfall- und Reststoffdeponien**, denen gegenwärtig eine Restkapazität von mindestens **17 Jahren** zugesprochen wird,[263] sind dahingehend betroffen. Zwar ist die Menge aus dem Bauwesen, welche 2006 auf Massenabfall- und Reststoffdeponien geschüttet wurde, sehr gering, doch angesichts eines steigenden Gesamtabfallaufkommens darf auch dieser Anteil nicht unberücksichtigt bleiben, sodass hier erneut die Notwendigkeit von geschlossenen Stoffkreisläufen und Kaskadennutzung im Bauwesen sichtbar wird.

Was die **Bodenaushubdeponien** betrifft, so ist zukünftig kein Anstieg an anfallendem Bodenaushub zu erwarten. Dennoch weisen Bodenaushubdeponien mit einem gegenwärtig nur mehr für die nächsten max. **20 Jahre** ausreichendem, offenem Deponievolumen die geringste Restkapazität auf, womit hier der Aufbereitung und Wiederverwendung die größte Bedeutung zukommt.

Die **thermische Behandlung** von nichtmineralischen Abfällen scheint aufgrund des absolut nur geringfügigen Anstiegs an organischen BRM (Holz- und Kunststoffabfälle)[264] **langfristig gesichert**. Selbiges gilt für Metallschrott, welcher wohl auch zukünftig einen begehrten Recyclingrohstoff darstellen wird, was die Abnahme seitens der stahlerzeugenden Industrie sicherstellen sollte.

Zunehmend wichtiger wird die **mechanisch/physikalische Aufbereitung** von mineralischen BRM. Diese scheint zwar aus Sicht der gegenwärtigen **Kapazitäten langfristig** mit über 5 Mio. t/a[265] **gesichert**, bedarf aber insbesondere hinsichtlich eines höherwertigeren Recyclings für Baustoffe einer weiteren Umsetzung.

2,7 Mio. t m³ offenem Deponievolumen (= 4,32 Mio. t bei einer Dichte von 1,6 m³/t) reicht selbst bei sofortigem Anstieg der deponierten Menge auf 106.000 t das Deponievolumen für noch weitere 40 Jahre gegenüber einer Restkapazität von 45 Jahren auf Basis der 2006 deponierten Menge (vgl. Kap. 7.1.1 S. 128).

[263] Vgl. *Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.)*: Abfallbericht 2006: S. 9.

[264] Anstieg an zu behandelndem Alt- und Abbruchholz von 99.446 t/a (2001) auf 126.078 t/a (2051) und Kunststoffabfälle von 1.340 t/a (2001) auf 2.256 t/a (2051).

[265] Vgl. Kap. 7.1.2 Tab. 26: 5,3 Mio. t/a bei einem Teilbetrieb der mobilen Anlagen von 12 und einem Dauerbetrieb der stationären Anlagen von 44 Wochen.

Trotz ausreichender Anlagenkapazitäten, ist vor allem am langfristig begrenzten Deponieraum ersichtlich, dass eine **nachhaltige BRM- Bewirtschaftung** unumgänglich ist. Wenngleich das Recycling von BRM ein wesentliches Element zur Ressourcenschonung darstellt, so bedarf es zur Umsetzung der Nachhaltigkeit im Bauwesen einer ganzheitlichen Sichtweise. Diesbezüglich sollte **Recycling** im Bauwesen anhand einer Ökoeffizienzanalyse diffizil betrachtet werden. Ein rein auf die quantitative Quote ausgerichtetes Recycling kann angesichts eines abnehmenden marginalen Grenzprodukts infolge erhöhten Energieaufwands (mehr Energieeinsatz für Sortierung und Aufbereitung, erhöhte Transportleistung) und dem damit induziertem Schadstoffausstoß bei Quoten von über 90% aus ökologischer Sichtweise sogar kontraproduktiv sein. Mit einer gegenwärtigen Recyclingquote von 85% bei den mineralischen BRM (registrierte Mengen) sollte deshalb zukünftig nicht nur die quantitative, sondern auch die **qualitative Anhebung** im Auge behalten werden. So werden in der Richtlinie für Recyclingbaustoffe hinsichtlich ihrer bautechnischen Eignung 3 unterschiedliche Güteklassen und bezüglich der Umweltverträglichkeit 3 Qualitätsklassen unterschieden.[266] Folgende Tabelle zeigt die dahingehend gültigen ökologischen Unterscheidungsklassen, welche vor allem aus den wasserschutzrechtlichen Bestimmungen hervorgehen.

Anwendungsform	**Hydrogeologisch weniger sensibles Gebiet**	**Hydrogeologisch sensibles Gebiet**
In gebundener Form oder gebunden mit Deckschicht	Qualitätsklasse B	Qualitätsklasse A
Ungebunden ohne Deckschicht	Qualitätsklasse A	Qualitätsklasse A+
In gebundener Form als Zuschlagstoff	Qualitätsklasse B	Qualitätsklasse B

Table 28: Einsatzbereiche von Recyclingbaustoffen in Abhängigkeit ihrer Umweltverträglichkeit (in Anlehnung an „Richtlinie für Recycling- Baustoffe“[267]

In Abhängigkeit des Einsatzgebiets sind demnach unterschiedliche Reinheitsklassen vorgeschrieben, wobei A+ die geringste Verunreinigung vorweist. Der Einsatz „in

[266] Vgl. *BRV*: Richtlinie für Recyclingbaustoffe 2007: S. 10f.
[267] Vgl. *BRV*: Richtlinie für Recyclingbaustoffe 2007, S. 11, Tabelle 4.

Grundwasserschutzgebieten und im Grundwasserschwankungsbereich“ ist allerdings nicht erlaubt.[268]

Trotz steigender Qualitätserfordernisse ist mangels „Produktstatus“ zur Gewährung von Rechtssicherheiten die Akzeptanz von Recyclingbaustoffen als adäquates Substitut für Primärrohstoffe beim Kunden gering.[269] Einen entsprechenden Qualitätsnachweis ermöglicht diesbezüglich das **Gütezeichen für Recyclingbaustoffe**, welches durch den „Österreichischen Güteschutzverband Recycling Baustoffe“ nach entsprechender Prüfung „für die beantragten Recycling-Baustoffe (nicht für eine Unternehmung) einer Betriebsstätte und für die spezifischen Güte-/und Qualitätsklassen“ verliehen wird.[270] Das Gütezeichen darf für die jeweiligen Recyclingbaustoffe als Gütesiegel verwendet werden, verlangt von dessen Inhaber aber die regelmäßige Durchführung von Eigen- und Fremdüberwachungen.[271]

Figure 21: Gütezeichen für Recyclingbaustoffe des Österreichischen Baustoffrecyclingverbandes[272]

Der Einsatz von Recyclingbaustoffen mag ökologisch wichtig, aber lange nicht ausreichend sein um Stoffkreisläufe im Bauwesen nachhaltig zu schließen. In einer, vom Bund in Auftrag gegebenen „**Detailstudie zur Entwicklung einer Abfallvermeidungs- und –Verwertungsstrategie**“ für Baurestmassen wird in diesem Zusammenhang ein ganzes Maßnahmenbündel an möglichen Strategien vorgeschlagen.[273] Die darin vorgeschlagenen Maßnahmen umfassen mit dem bereits angesprochenen BRM- Recycling 6 Kernstrategien, welche sich im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung des Bauwesens auf den gesamten Lebenszyklus von der „Vorgebäudephase“, über die Nutzung bis zur „Nachgebäudephase“ erstrecken.[274] Im Folgenden werden genannt:[275]

[268] *Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.)*: Baurestmassenrecycling…, 2006: S. 19.
[269] *Reisinger, H., Scheibengraf, M.*: Abfallvermeidung und – Verwertung von Baurestmassen …, S. 45.
[270] *BRV*: Richtlinie für Recyclingbaustoffe 2007, S. 15.
[271] *Vgl. ebenda*: S. 15.
[272] *Vgl. ebenda*: S. 15.
[273] *Reisinger, H., Scheibengraf, M.*: Abfallvermeidung und – Verwertung von Baurestmassen …, S. 45.
[274] *Ebenda*: S. 96.
[275] *Ebenda*: S. 96.

- **„Neubau vermeiden“**
- **„Abfallarmes Bauen“**
- **„Rationelle Gebäudenutzung“**
- **„Selektiver Rückbau“**
- **„Sortenreine Erfassung der Bauabfälle“**
- **„Hochwertiges Recycling“**

Eine ausführliche Erläuterung all dieser Strategien, welche ihr volles Potential nur in einer gegenseitigen Ergänzung ausschöpfen, ist in Anbetracht der detaillierten Ausführungen in jener Detailstudie des Bundes weder sinnvoll, noch Thema der vorliegenden Arbeit. Vielmehr soll anhand dieser Beispiele ersichtlich werden, das Recycling, welches oft vorschnell mit Nachhaltigkeit gleichgesetzt wird, bei weitem nicht der einzige Lösungsansatz zur Eindämmung des BRM- Aufkommens ist.

Auf die Bedeutung höherwertigen Recyclings wurde bereits näher eingegangen. Die sortenreine Erfassung ist hierbei als Grundbedingung zu sehen, um das Verwertungspotential voll auszuschöpfen. Um im Sinne eines ökoeffizienten Recyclings den Aufwand einer nachträglich notwendigen Sortierung zu minimieren, sollte die **Erfassung und Trennung der Abfälle noch am Anfallsort** erfolgen, wobei der **selektive Rückbau** hierfür die best mögliche Ausgangsbasis darstellt. Im Zuge des selektiven Rückbaus erfolgt vor dem Abbruch eine Demontage sämtlicher nichtmineralischer Bauteile wie Türen, Fenster, Teppichböden, elektrische- und sanitäre Einrichtungen, Dach- und Dachstuhl, etc. In einer Bauteilstudie des *GAB*[276] werden dabei unter anderem die „Verminderung von Schadstoffeinträgen in verwertbare Materialien (Gipsseparierung)“, die „zerstörungsfreie Bergung direkt wiederverwertbarer oder wiederverwendbarer Bauteile“, die „Qualitätsverbesserung verwertbarer Bauteile“, sowie die „Steigerung der Verwertungsquote bei gleichzeitiger Minimierung der zu beseitigenden Bauabfallmenge“ als grundlegende Vorteile gegenüber dem konventionellen Abbruch genannt.[277] Gleichzeitig muss aber angemerkt werden, dass mit einem selektiven Rückbau ein logistischer und zeitlicher Mehraufwand verbunden ist. Ein von der Firma *Bernegger Bau GesmbH*

[276] *GAB – Ingenieurbüro für Planung, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit GmbH*: Verminderung von Bauabfällen.
[277] *Ebenda*: S.26.

durchgeführter Kostenvergleich zwischen Abbruch und Rückbau zeigt, dass mit zunehmendem Störstoffanteil der verwertungsorientierte Rückbau bedingt durch die geringeren Entsorgungskosten (ALSAG- Abgaben für Deponierung/Verwertung)[278] die höheren, weil zeitintensiveren, Abbruchkosten mehr als wegmacht und somit nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch sinnvoll ist.[279] Vor der Demontage und der dafür notwendigen Planung führt das *GAB* als ersten Schritt des Vorgehens bei einem kontrolliertem Rückbau die „Prüfung, ob eine Umnutzung des Gebäudes möglich ist"[280] an, womit das Kriterium der rationellen Gebäudenutzung auch bei einem möglichen Abbruch bzw. Rückbau in die Betrachtung mit einfließen sollte.

Was die beiden erstgenannten Kernstrategien betrifft, so geht bereits aus der Reihenfolge ihrer Auflistung hervor, dass der **Abfallvermeidung** noch vor der Verwertung im Sinne einer Nachhaltigkeit im Bauwesen die **höchste Priorität** einzuräumen ist. Neubau vermeiden kann man mitunter durch Sanierung bestehender Gebäude. Im Zusammenhang mit abfallarmen Bauen wird dabei unter anderem das Wiederverfüllen von Bodenaushub vor Ort bzw. an der Baustelle, was angesichts der knappen Restkapazitäten von Bodenaushubdeponien in OÖ besonders wichtig ist, eine einfache von Verbundstoffen so weit als möglich freie Bauweise, der Einsatz langlebiger, gut recyclier- und trennbarer Materialien/Recyclingbaustoffe und „gleicher Verbindungselemente", sowie die „Anwendung einer umfassenden Dokumentation" als „Leitlinien" angeführt.[281] Eine solche Buchführung ermöglicht ein **ökologischer Gebäudepass**, welcher neben dem bereits für Neubauten gängigem Energieausweis (Heizwärmebedarf) in seiner vollständigen Form - „ARGE Total Quality" Gebäudepass – auch unter anderem Informationen über Planungs-, Errichtungs-/Nutzungszeit, „Rückbaumöglichkeiten", „Ressourcenschonung" und ähnlichem ausweist.[282]

Abschließend kann für die Behandlung von Baurestmassen festgehalten werden, dass aufgrund der **langen Verweilzeit von im Gebäudebestand gebundenen Materialien**, gerade beim Neubau sowohl positiv nachhaltige, als auch ökologisch

[278] Vgl. *WKO*: ALSAG–Merkblatt: 2006.
[279] Vgl. *Lugmayr, H.:* Baurestmassen: Folie 26 – 28.
[280] *Ebenda*: S. 25.
[281] *Reisinger, H., Scheibengraf, M.*: Abfallvermeidung und – Verwertung von Baurestmassen …, S. 98-100.
[282] Vgl.*ebenda*: S. 105 – 107.

negative Handlungen sich erst langfristig amortisieren. Folglich sollte das Ziel eines nachhaltigen Bauwesens durch Ressourcenschonung, Abfallvermeidung und damit langfristiger Sicherung einer natürlichen Umwelt und hohen Wohnkomforts von sämtlichen Stakeholdern, angefangen von den Bildungseinrichtungen, Behörden, über die Baustoffindustrie, die öffentlichen sowie privaten Bauherrn, bis zu den unterschiedlichen Behandlungs- und Entsorgungsunternehmen für BRM gemeinsam getragen und umgesetzt werden.

8. Zusammenfassung

Im Folgenden sind, ausgehend von einem Rückblick über die anfängliche Problemstellung und den Arbeitsprozess, die Hauptergebnisse dieser Studie noch einmal zusammengefasst.

Der Hauptbeweggrund zur Erstellung einer Materialflussanalyse im OÖ Wohnbausektor war die anfänglich sehr unvollständige Datenbeschaffenheit über den jährlichen Anfall an Baurestmassen (BRM) im OÖ Bauwesen, welche unter allen Abfällen in Oberösterreich den mengenmäßig größten Teil darstellen. Da im Wohnbau, gemessen am gesamten Hoch- und Tiefbau die meisten Massen, sowohl input-, wie auch outputseitig umgesetzt werden, bildete eine detaillierte Berechnung der Abfallmengen in dieser Bausparte die Grundlage, um das Gesamtaufkommen an Baurestmassen im OÖ Bauwesen zu schätzen. Dank einer Studie über das BRM-Aufkommen infolge des Wohnungsneubaus in Bayern[283], war es möglich den Materialfluss für den OÖ Wohnbau zu ermitteln, wobei input- (für Neubauten und Adaptierungen), bzw. lagerseitig (für die im bestehenden Gebäudelager gebundenen Materialien) sowohl die wichtigsten mineralischen Baumaterialien wie Mauerziegel, Beton und Asphaltaufbruch, als auch Nichtmineralische wie Holz, Metall, Plastik, Flachglas, Dämmstoffe berücksichtigt, und analog dazu outputseitig die jeweiligen mineralischen und nichtmineralischen Baurestmassen wie Bodenaushub, mineralischer Bauschutt, Betonabbruch, Asphaltaufbruch, Abbruchholz, Metall-, Kunststoff, Verpackungsabfälle, Glas, Dämmstoffe, etc. berechnet wurden.

Durch Hochrechnung dieser Ergebnisse aus dem Wohnbau auf den restlichen Hoch- und Tiefbau, wurde schließlich der Materialfluss im gesamten OÖ Bauwesen geschätzt. Mittels Gegenüberstellung des berechneten jährlichen Gesamtanfalls an OÖ BRM mit jenen BRM- Mengen, welche nachweislich auf OÖ Deponien abgelagert sowie in entsprechenden Aufbereitungsanlagen behandelt und einer Wiederverwertung zugeführt wurden, konnten die Entsorgungs- und Recyclingflüsse jeder Abfallfraktion analysiert, und somit Schlussfolgerungen über den möglichen

[283] Vgl. *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Analyse, Bewertung und Management von Roh- und Baustoffströmen in Bayern.

Verbleib auch jener, in der OÖ Abfallwirtschaft nicht erfassten BRM- Mengen, getroffen werden.

In diesem Zusammenhang wurde zusätzlich zur detaillierten Berechnung basierend auf den Ergebnissen im Wohnbau Bayerns und den regionalen, vom ÖSTAT[284] veröffentlichten Daten, auch eine aufwendige Sonderauswertung über Abbruchakten durchgeführt, um zusätzliche Rückschlüsse über Menge und Verbleib der im Zuge der jeweiligen Abbrüche angefallenen BRM zu erhalten.

Aufgrund der detaillierten Berechnung des Gebäudelagers bzw. den in der gegenwärtig bestehenden Wohnbausubstanz gebundenen Materialien, war es zum einem möglich Änderungstrends während den einzelnen Bauepochen hinsichtlich Bauweise und verwendete Materialien zu erkennen, sowie (gemeinsam mit einer Studie über das zukünftige BRM- Aufkommen in der Steiermark)[285] den zukünftigen BRM- Anfall (im Jahr 2051) abzuschätzen. Abschließend, bei Unterstellung dieser prognostizierten Massen, wurden die gegenwärtigen Restkapazitäten von entsprechenden Deponien und Behandlungsanlagen nochmals analysiert um den voraussichtlichen Bedarf nach zukünftigen Behandlungskapazitäten zu prognostizieren.

Bezüglich der zu Beginn der Arbeit gestellten Forschungsfragen, kann festgehalten werden, dass sowohl Fragen über Art und Menge der gegenwärtig und zukünftig, input- und outputseitig im Wohnbau (und gesamtem Hoch- und Tiefbau) anfallenden Materialien bzw. BRM- Fraktionen, als auch jene Fragen über vorhandene und zukünftig notwendige Behandlungskapazitäten / -Strategien, innerhalb dieser Studie beantwortet bzw. das Informationsdefizit (gerade beim berechnetem jährlichen BRM-Anfall) gesenkt werden konnte.

Was den **Wohnbau** betrifft, so bildet Bodenaushub mit knapp 4 Mio. t/a (im Jahr 2002) bzw. über 80% des Gesamtanfalls an BRM, den größten Teil. Diese berechnete Menge übersteigt jedoch die Schätzungen früherer Studien um einiges, was damit erklärt werden kann, dass in dieser Studie (analog zur Vorgehensweise in

[284] Österreichisches Statistisches Zentralamt.
[285] Vgl. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al.*: BRIZU.

Bayern)[286] auch der inputseitig, großteils unmittelbar auf der Baustelle, wiederverfüllte Anteil, mitberücksichtigt wurde. Unter den verbleibenden BRM-Fraktionen im Wohnbau stimmen die Ergebnisse gut mit jenen aus früheren Studien überein, wobei angesichts der großen Bandbreiten welche für gewisse, insbesondere mineralische Fraktionen ursprünglich gewählt wurden,[287] diese (wenngleich auf Basis von Mittelwerten) eingeschränkt werden konnten und sich gezeigt hat, dass der einst berechnete Anfall an BRM (ohne Bodenaushub) für OÖ leicht überschätzt wurde. Mineralischer Bauschutt macht mit ca. 0,5 Mio. t/a mehr als die Hälfte der BRM (ohne Bodenaushub) im Wohnbau aus, wohingegen Betonabbruch mit nur 0,28 Mio. t/a gegenwärtig weit weniger stark anfällt.

Was die nichtmineralischen Fraktionen im Wohnbau betrifft, so sind dank der bayrischen Datengrundlage folgende Aussagen für OÖ möglich: Unter allen nichtmineralischen BRM, welche gesamt 13% aller jährlich anfallenden BRM (ohne Bodenaushub) darstellen, bildet Alt- und Abbruchholz mit 0,12 Mio. t/a den größten Teil, gefolgt von Verpackungsabfällen, alten Dämmstoffen, Metallschrott, Flachglasabfällen, sonstigen Bauabfällen (Kabel, Teppichböden, etc.) und Kunststoffabfällen. Asphaltaufbruch bzw. Bitumengemische sind zwar auch Teil der mineralischen BRM, machen jedoch unter allen BRM den kleinsten Teil aus, zumal diese Fraktion vornehmlich im Straßenbau vorzufinden ist. Trotz der Tatsache dass nichtmineralische BRM gegenwärtig in nur verhältnismäßig kleinen Mengen anfallen, wächst ihr Anteil stetig. Insbesondere bei Betrachtung des Gebäudelagers in den unterschiedlichen Bauepochen werden dahingehend Änderungen sichtbar. Unter den mineralischen Baustoffen, ist Lehm, eine klassische Bauweise der Zeit vor 1945, gegenwärtig nur mehr vereinzelt in Gebäuden mit einem Alter von über 50 Jahren zu finden und als gegenwärtiger verwendeter Baustoff gänzlich verschwunden. Massive Änderungen sind auch beim Einsatz des klassischen Mauerziegels festzustellen, welcher bis Ende der 70er mit über 50% den wichtigsten Hauptbaustoff darstellte, jedoch seither mehr und mehr durch Beton ersetzt wurde, der mit über 60% unter den Gebäuden mit Baujahr nach 1980 mittlerweile die Hauptbauweise vorgibt. Auch aufgrund der hohen Zahl an Gebäuden, welche saniert werden müssen, hat der Verbrauch an Glas und Dämmstoffen stetig zugenommen. Was Adaptierungen

[286] Vgl. *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Analyse, Bewertung und Management von Roh- und Baustoffströmen in Bayern
[287] Vgl. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al.*: BRIO

(Sanierungen und Auf-, Um-, Zubauten) generell betrifft, so zeigt sich, dass sowohl inputseitig im Vergleich zum Baumaterialieneinsatz für den Neubau, als auch outputseitig bezüglich der anfallenden BRM infolge von Abbrüchen, die Bausparte Adaptierungen einen immer wichtigeren Stellenwert einnimmt. Betrachtet man ausschließlich den BRM- Anfall der einzelnen Bausparten im OÖ Wohnbau, so ergibt sich gegenwärtig ein Verhältnis Neubauten: Adaptierungen: Abbrüchen von 1: 3,6: 8,5, wobei langfristig von einem noch stärkeren BRM- Aufkommen infolge von Adaptierungen ausgegangen werden kann. Solche Änderungen dürfen vor allem mit Hinblick auf zukünftig zu behandelnde BRM nicht ignoriert werden. Grundsätzlich können die Ergebnisse im Wohnbau auch auf das gesamte Bauwesen, insbesondere auf den restlichen Hochbau großteils übertragen werden. Was den Tiefbau betrifft, dessen Massen vornehmlich nur auf Basis früherer Studien geschätzt wurden, konnten keine besonderen Änderungen beobachtet werden.

Überblicksmäßig können die Ergebnisse für gegenwärtig und zukünftig anfallende BRM im **gesamten OÖ Hoch- und Tiefbau**, sowie hinsichtlich ihres Verbleibs und Behandlung in der OÖ Abfallwirtschaft wie folgt zusammengefasst werden:

- Bodenaushub zählt mit 9,3 Mio. t/a im Jahr 2006 für 80% aller in OÖ anfallenden BRM. Für mehr als die Hälfte dieser Menge kann jedoch angenommen werden, dass diese inputseitig direkt oder nahe der Baustelle wieder verfüllt wird, oder was den Tiefbau betrifft im Straßenbau wieder eingesetzt wird. Unterstellt man die Korrektheit dieser Hochrechnungen, so sind **65% des gesamten Bodenaushubs gegenwärtig in der OÖ Abfallwirtschaft nicht erfasst**, (was etwas weniger als die auf Basis früherer Studien bislang angenommene Menge von 73 %[288] ist). Von den verbleibenden 35% erfasstem Bodenaushub, gehen mit 2,5 Mio. t/a die größten Mengen nach wie vor auf Bodenaushubdeponien (Tendenz abnehmend). Ein kleiner Teil (0,1 Mio. t/a) wird auch zwischengelagert.

- Unter den verbleibenden BRM (ohne Bodenaushub), welche 2006 ca. 2 Mio. t. ausmachen, können fast 90% den mineralischen Fraktionen zugerechnet werden. Dabei entfallen 0,95 Mio. t/a auf mineralischen Bauschutt, gefolgt von

[288] Vgl. *Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.)*: Abfallbericht 2006, S 3.

0,54 Mio. t/a Betonabbruch und 0,28 Mio. t/a Straßenaufbruch. Wie schon beim Bodenaushub kann auch bei diesen mineralischen BRM davon ausgegangen werden, dass der Großteil recycelt und wiederverwendet wird (v.a im Tiefbau). Da mineralische BRM fast ausschließlich dem Bauwesen zugeordnet werden können, ist der Erfassungsgrad seitens der OÖ Abfallwirtschaft gegenüber den nichtmineralischen BRM höher und beträgt 68%. Von diesen erfassten BRM werden 85% recycelt, 13% vornehmlich für eine spätere Aufbereitung zwischengelagert und nur ein sehr kleiner Teil von weniger als 0,1 Mio. t (Tendenz leicht abnehmend) auf BRM- und Massenabfall-/Reststoffdeponien verbracht. Bezüglich der **32% nicht erfasster mineralischer BRM** (0,35 Mio. t) liegt die Ursache vor allem in der Tätigkeit von Lohnbrechern, welche als Leasingkräfte fungieren. Diese übernehmen das Material nicht, sondern belassen es vor Ort bzw. übergeben es einem dazu berechtigtem Entsorger oder Verwerter. Folglich sind sie daher nicht Abfallbesitzer im Sinne des AWG 2002 und werden auch nicht von dessen Nachweispflichten erfasst. Infolgedessen scheinen nur jene Mengen auf, welche auf entsprechenden Deponien entsorgt werden, nicht aber der überwiegende Teil, der einer Wiederverwertung (ev. Aufbereitung und Abgabe des Recyclingmaterials an externe Abnehmer) zugeführt wird.

- Bezüglich der **übrigen nichtmineralischen BRM**, macht wie im Wohnbau auch im gesamten OÖ Bauwesen Abbruchholz mit 0,12 Mio. t (im Jahr 2006) den Großteil aus. Nicht unwesentlich ist auch die Menge an Verpackungsabfällen mit 0,05 Mio. t/a. und jene an Dämmstoffabfällen mit 30.000 t/a. Für die meisten nichtmineralischen BRM ist ein Nachweis seitens der OÖ Abfallwirtschaft über die Entsorgungs- / Recyclingwege nicht möglich, da der überwiegende Teil nach entsprechender Vorsortierung gemeinsam mit ähnlichen Fraktionen anderer Wirtschaftsbereiche entsorgt oder recycelt wird, sodass eine nachträgliche Eruierung jener Mengen die aus dem Bauswesen stammen für die meisten Fraktionen fast unmöglich ist.

- Bedingt durch die Menge an zukünftig notwendigen Abbrüchen und Sanierungen für Gebäude der Baujahre 1945 bis 1980, wird die zukünftig zu behandelnde Menge an BRM weit über der heutigen liegen. Folglich wird sich

trotz einer zunehmenden Bedeutung von Betonabbruch die Zusammensetzung zukünftig zu behandelnder BRM nicht wesentlich ändern. Was den mengenmäßigen Anstieg betrifft, so sollte mineralischer Bauschutt um 33% auf 2,4 Mio. t/a. im Jahr 2051 anwachsen. Die nichtmineralischen Materialien nehmen zwar mit +45% bei Metallschrott auf zukünftig 30.000 t/a. (im Jahr 2051) und Kunststoffabfälle (+ 68%) prozentuell stark zu, jedoch im Vergleich zu den mineralischen Fraktionen nicht in absoluten Mengen, sodass die Gesamtauswirkungen auf die zukünftig notwendigen BRM-Behandlungskapazitäten unwesentlich sind.

Basierend auf diesen Ergebnissen über gegenwärtig und zukünftig anfallende BRM kann abschließend für die **Behandlungskapazitäten** folgendes festgehalten werden:

- Deponieraum ist nicht unbeschränkt verfügbar und stellt trotz einer leichten Tendenz zu erhöhtem Recycling langfristig eine begrenzte Ressource dar. Unter den bestehenden Bodenaushubdeponien reicht bei anhaltendem Trend erhöhter Recyclingquoten das derzeit noch offene Deponievolumen für maximal weitere 20 Jahre. Für Massen-/Reststoffdeponien beträgt die gegenwärtige Restkapazität weitere 17 Jahre, wobei hier aufgrund der mittlerweile fast ausschließlichen thermischen Behandlung organischer Abfälle bedingt durch die Deponieverordnung von 2004 die Engpässe nicht so groß sind. Lediglich BRM- Deponien weisen mit einem offenen Deponievolumen für weiter 40 Jahre derzeit höhere Restkapazitäten auf.

- Bei den Behandlungsanlagen für BRM dürften vor allem aufgrund der schnellen Verfügbarkeit von mobilen Aufbereitungsanlagen auch langfristig die Kapazitäten ausreichend sein.

In Anbetracht der langfristigen Zunahme an zu behandelnden BRM sowie den begrenzten Deponiekapazitäten, können nur integrierte, proaktive und nicht ausschließlich reaktiv wirkende Strategien eine nachhaltige BRM- Bewirtschaftung und damit das Entsorgungsproblem von BRM sicherstellen. Mit einer 85% Wiederverwertungsquote unter den erfassten mineralischen BRM ist das Recyclinglevel in OÖ durchaus hoch. Im Sinne der Nachhaltigkeit sollte in diesem

Zusammenhang jedoch nicht nur die Recyclingquote selbst, sondern die Qualität des Recyclingvorgangs unter Gesichtspunkten der Ökoeffizienz stattfinden im Auge behalten werden. Im schlimmsten Fall kann Recycling nämlich (normalerweise bei Quoten > 95%) sogar kontraproduktiv wirken, sofern der durch den Aufbereitungsprozess induzierte Schadstoffausstoß (einschließlich Energieaufwand für Transport) die positiven Aspekte des Recyclings aus gesamtökologischer Sicht übersteigt. In diesem Zusammenhang gewinnen integrierte Strategien, die bei der Vermeidung des Abfallaufkommens bereits bei der Gebäudeplanung und -Errichtung (Gebäudepass, abfallarmes Bauen, etc.), und nicht erst bei dessen Anfall ansetzten, zunehmend an Bedeutung. Abschließend sollte bei Forderung nach solch proaktiven Strategien jedoch klar sein, dass es, um Nachhaltigkeit im Bauwesen zu erreichen, der Zusammenarbeit aller bedarf, angefangen von der Baustoffindustrie, über die privaten, wie öffentlichen Bauherrn, Behörden, bis hin zu den Deponien- und Anlagenbetreiber.

9. Summary

In the following, based on a very brief review of the initial research question and the work process, the main results of this study are summarised in this last précis.

The main motivation of this study for calculating the material flow in the residential building sector was the quite incomplete existing database about arising construction and demolition waste (CDW) in the entire civil- and building engineering, accounting for the biggest part of the overall annually generated waste masses in Upper Austria. However, among entire civil- and building engineering, residential building makes up the biggest part. Hence, a detailed calculation of the arising waste in residential building built the basis of this work for estimating the annual waste masses of the entire civil- and building sector. Thanks to a study about new residential building in Bavaria it was possible to calculate for residential building the entire material flow for the most important materials as mainly brick, concrete, timber, metal, plastic, glass, isolating materials, being utilized for construction and adaptation on the input side, its quantities being bonded in the existing building stock and of course its relating fractions like excavation material, building debris, timber waste and others, arising as CDW on the output side.

By projecting these results of residential building also the material flow (with input, stock and output figures) for overall civil- and building engineering in Upper Austria could be estimated. Consequently by opposing this overall calculated amount of annually arising CDW with those masses of CDW being deposited at proper landfills and recycling plants, the disposal and recycling routes of each waste fraction could be analysed and conclusions, regarding the amount and stay of non registered CDW by the Upper Austrian system of waste management, could be drawn.

In this context is shall also be mentioned, that in addition to this detailed calculation based on a study of the material flow in Bavaria and regional data being published by the Austrian Central Statistical office, an elaborate analysis of documents about demolitions has been carried out to gain further information about quantities and stay of CDW arising from demolition activities.

Due to the detailed calculation of the stock in residential building, also taking the composition of building materials being bound in buildings of different building eras into consideration, it was on the one hand possible to analyse the changing trend in utilized materials within the last century and on the other hand (together with a study on future arising CDW quantities in Styria)[289] to draw conclusions about future arising CDW- fractions in the year 2051. Finally, assuming these predicted values are correct, the current remaining capacities of proper landfills and recycling plants were reanalysed and conclusions concerning future demands for a sustainable treatment of CDW were drawn.

Regarding the questions which have been asked at the beginning of this work, it can be said that both, questions about type and quantity of current and future arising materials and CDW- fractions - on the input-, stock- and output side in residential building and entire civil- and building engineering -, as well as those questions being related to current and future capacities of proper landfills and treatment plants of arising CDW could have been answered within this study.

As far as **residential building** is concerned, the biggest part of CDW with nearly 4 million tons in 2002 makes up spoil, counting for more than 80% of the overall output in residential building. However, this huge quantity exceeds the results of prior studies, as the overall arising spoil being calculated in this work also includes those masses which are refilled and recycled on the construction side immediately. Among the remaining CDW fractions in the residential building sector the calculated quantities of this work well fit together with results of prior studies. Building debris makes up more than the half of all CDW (without spoil) with 0.5 million tons, whereas the arising quantity of concrete with only ~0.28 million t/a (or a quarter of all CDW without spoil) counts for much less. Due to the far more detailed calculation of this study, beside wood also taking other non-mineral single fractions into account, additional conclusions about the share of each of these non-mineral fractions among the overall arising CDW in residential building are possible.

Among the non-mineral CDW- fractions making up together only 0.12 million t/a. (or 13% of all CDW without spoil) timber still counts for the biggest fraction, followed by

[289] Comp. *Glenck, E., Lahner, T.V. et al.*: BRIZU.

packaging waste, isolating materials, metal, glass, other non-specific materials (e.g. cables, carpets), plastic and finally road demolition waste which mainly arises in civil engineering and therefore builds the lowest part with less than 1% of all CDW (exclusive spoil) in residential building. Even though non-mineral fractions still make up only a minor part, it could have been shown that its share continuously keeps growing. Especially when regarding the stock of different building areas, changes in the composition of buildings and due to the utilization of different materials over time are recognizable. Among mineral building materials loam representing a typical constructive form in the years before 1945, has virtually disappeared, so that loam can only be found to a rather low part in the existing building stock of the pre war era. Massive changes also show the utilization of the classical building brick, which until the end of the 70s, represented the most important material among more than the half of all existing buildings, but during the last building era from 1980 onwards has steadily decreased, whereas concrete, showing the highest utilization in contemporary construction, meanwhile counts for nearly 60% of all materials being bound in buildings with year of construction after 1980. Due to the high percentage of buildings having to be refurbished, the demand for glass and insulating materials has steadily increased. Construction and demolition waste arising from adaptations and refurbishments, as well as the amount of building materials being used for them is becoming more important. Regarding CDW arising of each building division in residential building, the current ratio of new buildings: adaptations: demolitions equals 1: 3.6: 8.5, whereby the share of adaptations and refurbishments can be expected to increase even more in the long run. According to the treatment of current as well as future arising waste streams of the building sector, such changes may be not be ignored. Taking into consideration the entire construction and building industry, the conclusions which have been drawn for residential building in principle remain valid for the entire building sector, too. However in civil engineering, where masses have only been taken into consideration for reasons of completeness, no special changes could have been observed.

Briefly the results for current and future arising CDW in the **entire construction and building industry of Upper Austria** as well as its stay and treatment in the Upper Austrian waste management can be summed up as followed:

- Spoil accounts with 9.3 million tons in 2006 for 80% of overall CDW in Upper Austria. However, more than the half of these masses are expected to be refilled on the input side, mainly directly on, or near the construction, or as far as civil engineering is concerned also in the course of road construction and therefore can not be registered by the system of waste management.. **Regarding the registered masses of spoil 65% is elusive**. From the remaining 35%, spoil being deposited at landfills[290] with 2.5 million tons per year (tendency decreasing) makes up the biggest part. A minor part (less than 0.1 million ton) also is temporarily stored.

- Among the remaining fractions counting together for 2 million tons of CDW in 2006, **mineral CDW** still makes up the biggest part with nearly 90% (without spoil). With 0.95 million tons, mineral building debris currently makes up the biggest fraction, followed by 0.54 million ton concrete and 0.28 million ton road demolition waste. Most part of mineral CDW can be expected to be recycled in and being reused mainly in civil engineering. As mineral CDW arises mainly in the construction industry, at least 68% could have been registered by proper landfills at treatment plants in 2006. Among these registered masses 85% are recycled, 13% contemporary stored mainly for a following recycling and a rather low part with less than 0,1 million tons (tendency also slightly decreasing) is deposited at landfills for CDW and mass- and residual waste. Concerning the **32% elusive part of mineral CDW** (0.57 million tons in 2006), the reason for most non registered masses can be found in the work of demolition enterprises, who act as leasing workers, meaning that these firms according the Austrian law of waste management do not have to report quantity and stay of treated CDW as they do not possess CDW as authorized demolition- and deposition firms and consequently only those masses being deposited at landfills occur in the database, but not that main part which is recycled and reused.

- As far as the **remaining, non-mineral CDW** is concerned, the largest quantity is timber with 0.1 million tons, packaging waste with 0.05 million and isolating

[290] 2,427,371 t deposited at landfills for spoil and 65,880 tons contaminated spoil being deposited at landfills for CDW.

materials counting in 2006 at least for 30,000 tons of waste. For this non-mineral CDW a proven data collection is not possible, as most of these materials after a pre-sorting process are **recycled and deposited together with waste of other economic divisions**, so that a subsequent allocation of those waste- and recycling streams arising from the construction and building industry is hardly possible.

- Due to a high expected quota of future necessary demolitions, adaptations and refurbishments of buildings with year of construction between 1945 and 1980, the quantity of arising CDW today is much lower than being predicted for the year 2051. Consequently, despite an increasing share of concrete, the composition of future CDW will not change a lot. Regarding the **increasing amount of CDW**, mineral fractions including building debris and concrete shall increase by 33% up to 2.4 million t/a. in 2051. The remaining building materials, especially scrap metal increasing by 45% up to 31.000 tons and plastic waste increasing by 68% in 2051, show high growth rates but only in percentages and not in absolute quantities, so that the consequences for its future treatment are rather inessential.

Based on these results about arising CDW today and in the future, final conclusions also about **treatment capacities** on the side of proper landfills and treatment plants could be drawn.

- Among the landfills, despite a slight tendency to higher recycling, the capacities of space for depositing waste are not open-end. Landfills for spoil currently show a remaining capacity for the following 20 years at its maximum. 17 years can be expected for mass- and residual waste landfills. Only landfills for mainly mineral CDW show higher capacities with 40 years at the moment.
- Among treatment plants for CDW, calculations have shown that the annual capacities are enough also in the long run.

Taking all these predictions into final consideration, it can be said, that especially when regarding the limited space at landfills, the **future treatment of CDW** demands **integrated, sustainable strategies**. However, today's recycling quota in Upper

Austria has already reached a high level with 85% (among all registered, mineral CDW). But in the sense of sustainable CDW treating, an increase of the quantitative quota is not enough. In its worst case recycling can even be counter productive, if the pollution induced by the necessary energy for the recycling process exceeds its positive, originally intended aspects. So when focusing on recycling the overall ecological efficiency always has to be considered. In this context also other, more integrated strategies, reducing waste already initially when planning and constructing a new building take on greater significance. Finally, it should be clear that to achieve sustainability in the entire construction and building industry the participation of all stakeholders is necessary, including the building materials industry, private and public building owners, public authorities, building firms and the operators of landfills and treatment plants.

10. Bibliography

(10. Quellenverzeichnis**)**

Books and written surveys:

- *Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.)*: Abfallbericht 2005. Linz: Abt. Umwelt- und Anlagentechnik, 2006. Online im Internet: URL: http:// www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xbcr/SID-3DCFCFC3-3035A08B/ooe/u_abfallbericht2005.pdf (downloaded: 11. 2. 2007).
- *Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.)*: Abfallbericht 2006. Linz: Abt. Umwelt- und Anlagentechnik, 2006. Online im Internet: URL: http:// www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xbcr/SID-3DCFCFC3-3035A08B/ooe/u_abfallbericht2006.pdf (downloaded: 12. 11. 2007).
- *Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.)*: Baurestmassenrecycling: Leitfaden über den richtigen Umgang mit Baurestmassen. Linz: Abt. Umwelt- und Anlagentechnik, 2006. Online im Internet: URL: http://www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xbcr/ooe/U_Baurestmassenrecycling.pdf (downloaded: 10. 11. 2006).
- *Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.)*: OÖ Wohnbaubericht 2002. Oberösterreichischer Statistischer Dienst.
- *Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.)*: OÖ Wohnbaubericht 2005. Online im Internet: URL: http://www2.land-oberoesterreich.gv.at/internetpub/InternetPubPublikationDetail.jsp?pbNr=1110 (downloaded: 20. 2. 2007).
- *Amt der Steiermärkischen Landesregierung (Hrsg.):* Infoblatt 7.1: Baustellenabfälle – Baurestmassen. Graz: Fachabt. 1c Abfall- und Stoffflusswirtschaft, 2001. Online im Internet URL: http://abfallwirtschaft.stmk.gv.at/beratung/baurestmassen/download/BRM_7_1_Baustellenabfall.pdf (downloaded: 16.10.2007).

- *ARGUS – Statistik und Informationssysteme in Umwelt und Gesundheit GmbH*: Prognose des Aufkommens und der Entsorgungskapazitäten von Bau- und Abbruchabfällen in Thüringen für die Jahre 2005, 2010 und 2015. Berlin: Sept. 2004. – Kurzfassung von *Hanemann*: Februar 2005. Online im Internet:

URL: http://abfallwirtschaft.stmk.gv.at/beratung/baurestmassen/download/BRM_7_1_Baustellenabfall.pdf (downloaded: 20. 10. 2007).

- *Bach, H., Malinsky, A.H. (Hrsg.)*: Abfall- Bewirtschaftung: Eine umweltpolitische Aufgabe. Linz: Trauner Verlag, 1976.
- *Baccini, P.*, *Bader, H.-P.*: Regionaler Stoffhaushalt: Erfassung, Bewertung und Steuerung. Zürich: Spektrum, Akademischer Verlag.
- *BDE - Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaf e.V. – Fach- und Arbeitgeberverband*: Kreislaufwirtschaft in der Praxis: NR. 4 Baureststoffe, Köln: 1996. . Online im Internet: URL: http://www.bde.org/01seiten_b/documents/Kreislaufwirtschaft-in-der-Praxis-Nr-04_Baureststoffe.pdf (downloaded: 27. 8. 2007).
- *Brunner, P.H., Daxbeck, H.*: Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV): Regelblatt 514. Wien: 2003.
- *BRV – Österreichischer Baustoff Recycling Verband*: Richtlinie für Recycling-Baustoffe: Grüne Richtlinie, 7. Auflage, Jänner 2007.
- *BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.)*: (BAWP) Bundes- Abfallwirtschaftsplan 2006. Online im Internet: URL: http://www.bundesabfallwirtschaftsplan.at (downloaded: 4. 2. 2007).
- *Dreier, P. Lechner, P. et al*: Baurestmassen: Vermeidung, Verwertung, Behandlung. Klagenfurt-Wien: Umweltbundesamt, 1995.
- *Dreier, P., Lassnig, D. et al*: Nicht gefährliche Abfälle: Teil B: Baurestmassen, Klärschlamm, Holzabfälle, u.a. Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995. Klagenfurt-Wien: Umweltbundesamt, 1995.
- *GAB – Ingenieurbüro für Planung, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit GmbH*: im Auftrag der Aachener Stiftung Kathy Beys: Verminderung von Bauabfällen, Aachen. Online im Internet: URL: http:// www.aachener-stiftung.de/downloads/bauteilstudie.pdf (downloaded: 27. 8. 2007).
- *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: Güterbilanz der Bauwirtschaft: Baurestmassen in Oberösterreich – BRIO. Wien: TU Wien Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, im Auftrag der Oberösterreichischen Landesregierung, 1996.

- *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: Verbesserung der Datenlage in der Bauwirtschaft für ausgewählte Baurestmassen in Oberösterreich – BRIO-R. Wien: TU Wien Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, 1999.
- *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: Bauwesen – Abfallstrategien in der Steiermark: Projekt BASS, Band 2: Baurestmassen in der Steiermark - BRIST. Wien: Data Organisation & Consulting, Büro DI W. Jereb, TU Wien Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, im Auftrag des Amtes des Steiermärkischen Landesregierung, 2000. Online im Internet: URL: http:// www.iwa.tuwien.ac.at/htmd2264/publikat/aws-publikationen/Publikationen/2000/BRIST.pdf (downloaded: 28. 1. 2007).
- *Glenck, E., Lahner, T.V. et al*: Bauwesen – Abfallstrategien in der Steiermark: Projekt BASS, Band 5: Baurestmassen in der Zukunft - BRIZU. Wien: Data Organisation & Consulting, Büro DI W. Jereb, TU Wien Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, im Auftrag des Amtes des Steiermärkischen Landesregierung, 2000. Online im Internet: URL: http:// www.iwa.tuwien.ac.at/htmd2264/publikat/aws-publikationen/Publikationen/2000/BRIZU.pdf (downloaded: 28. 1. 2007).
- *GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen, Lahner, T.V.*: Bauwerk Österreich: Management von Baurestmassen nach den Gesichtspunkten der optimalen Ressourcennutzung und des langfristigen Umweltschutzes anhand der Güter- und Stoffbilanz des „Bauwerks Österreich“. Wien: BMLFUW, 2003. Online im Internet: URL: http:// www.gpool.lfrz.at/gpoolexport/media/file/ABASG2_Bau_GUA.pdf (downloaded: 3. 2. 2007).
- *Österreichisches Ökologie-Institut für angewandte Umweltforschung, Pladerer, C.*: Vermeidung von Baustellenabfällen –Endbericht – Teil 2/4: Inhalt. Wien: Mai 2004. Online im Internet URL: http://www.ecology.at/files/berichte/E10.760-2.pdf (downloaded: 16.10.2007).
- *Reisinger, H., Scheibengraf, M.*: Abfallvermeidung und – Verwertung von Baurestmassen: Detailstudie zur Entwicklung einer Abfallvermeidungs- und – Verwertungsstrategie für den Bundes- Abfallwirtschaftsplan 2006. Wien: Umweltbundesamt, 2005. Online im Internet: URL:

http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0009.pdf (downloaded: 10. 1. 2007).

- *Siller, R., Valtl, M., Weihs, S.*: Verdachtsflächenkataster und Altlastenatlas: Stand: 1. Jänner 2007. Wien: Umweltbundesamt, 2007. Online im Internet: URL: http://www.umweltbundesamt.at/filedamain/site/publikationen/REP0098.pdf. (downloaded: 10. 11. 2007).
- *Weber-Blaschke, G., Faulstich, M. et al.*: Analyse, Bewertung und Management von Roh- und Baustoffströmen in Bayern – Schlussbericht vom 31. August 2005. München: TU München, 2005.
- *(WKO) Wirtschaftskammer Oberösterreich*: Industrieland Oberösterreich. Präsentationsfolien, 15. 5. 2006.
- *(WKÖ) Wirtschaftskammer Österreich*: ALSAG–Merkblatt – 2006. Wien: Geschäftsstelle Bau, Nov. 2005.
- *(WKÖ) Wirtschaftskammer Österreich*: Baurestmassen: Trennung auf der Baustelle: Ein Leitfaden für die Baustelle. 4. Auflage. Wien: Geschäftsstelle Bau, Juli 2006.
- *(WKÖ) Wirtschaftskammer Österreich*: Statistische Hilfsmittel – Nace: Online im Internet: URL: http://wko.at/statistik/Hilfsmittel/nace.htm (downloaded: 28. 8.2007).

Encyclopedias/dictionaries:

- *Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaft*: Wörterbuch der Entsorgungswirtschaft (deutsch - englische - französische Übersetzungen). Online im Internet: URL: http://www.bde.org/01seiten_b/documents/Woerterbuch-Entsorgungswirtschaft-A-Z.pdf (downloaded: 20. 1. 2007).

Seminars/seminar papers:

- *Brunner, P.H.*: Anwendung der Stofffluss-Analyse in der Abfallwirtschaft: Was ist, was kann und wozu dient die Stoffflussanalyse (SFA)? Wien: Technische Universität, 22. – 24. Sept. 2004.

- *Lugmayr, H.*: Erdaushub und Baurestmasse. Seminar - Foliensatz, Linz: WIFI / Bernegger Bau GmbH , 9. 11. 2006.

Austrian Central Statistical Office (ÖSTAT):

- *ÖSTAT*: Gebäude- und Wohnungszählung 2001. Wien: 2004. Online im Internet: URL: http://www.statistik.at/katalog-bin/suchen.pl [Publikationen] (downloaded: 25.1.2007).
- *ÖSTAT*: Wohnbau in Österreich. Online im Internet: URL: http://www.statistik.at/fachbereich_03/wohnungswesen_txt.shtml (downloaded: 23. 1. 2007).
- *ÖSTAT*: Wohnbautätigkeit: Bewilligungen & Fertigstellungen 2002, Wohnbaukosten 2001. Wien: 2004. Online im Internet: URL: http://www.statistik.at/katalog-bin/suchen.pl [Publikationen] (downloaded: 25.1.2007).
- *ÖSTAT*: Gebäude- und Wohnungszählung 1991, Wien: Statistische Nachrichten, 12/1993.
- *ÖSTAT*: Statistisches Jahrbuch Österreich 2007, Wien: 12/2006. p. 374.

Regional Bavarian Department for Statistics and Data Processing

- *Bayrisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (Hrsg.)*: Statistische Berichte: Bruttoinlandsprodukt in Bayern im Jahre 2003 – Berechnungsstand März 2004, München: 4/2004.
- *Bayrisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (Hrsg.)*: Gebäude- und Wohnungsbestand 2007: Online im Internet: URL: http://www.statistik.bayern.de/daten/intermativ/archiv/home.asp?RS=&TH=&UT=wohnungsbestand.csv&SP=2 (downloaded: 17. 7. 2007).
- *Bayrisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie:* Landesentwicklung: Datengrundlagen: Online im Internet: URL: http://www.stmwivt.bayern.de/landesentwicklung/daten/05bybevj.htm (downloaded: 19. 8. 2007).

Austrian NORM (ÖNORM):

- *ÖNORM*: S 2096 – 1: Stoffflussanalyse: Teil 1: Anwendung in der Abfallwirtschaft – Begriffe. ICS 01.040.13; 13.030.01. Ausgabe: 1.1.2005.

- *ÖNORM*: S 2096 – 1: Stoffflussanalyse: Teil 2: Anwendung in der Abfallwirtschaft – Methodik. ICS 13.030.01. Ausgabe: 1.1.2005.

Software for Material flow analysis:

- *TU Wien, Fachbereich Abfallwirtschaft und Ressourcenmanagement*: STAN – Software für Stoffflussanalyse: Online im Internet: URL: http://www.iwa.tuwien.ac.at/iwa226/stan.html (downloaded: 14. 4. 2007).

Appendix

(Anhang**)**

A.0. Glossary – Translation of essential definitions in the construction and building industry

*(*A.0. Glossar – Übersetzung der wichtigsten Begriffe und Definitionen in der Bauwirtschaft*)*

English	***German***
asbestos and fibrated cement	*Asbest und Faserzement*
building debris	*Mineralischer Bauschutt*
building engineering	*Hochbau*
Brick earth	*Lehm*
Calorific value	*Brennwert*
civil engineering	*Tiefbau*
communities	*Gemeinden*
concrete demolition	*Betonabbruch*
Construction and building industry	*Σ Bauwesen (Hoch- & Tiefbau)*
construction & demolition waste (C.D.W.)	*Baurestmassen (BRM)*
contaminated building debris	*Chemisch verunreinigter Bauschutt*
decree on separation of C.D.W.	*Verordnung über die Trennung von Bauabfällen – Bauschuttverordnung*
decree on landfills	*Deponieverordnung*
decree on the Austrian waste catalogue	*Abfallverzeichnisverordnung*
decree on provided evidence of waste	*Abfallnachweisverordnung*
decree on packaging	*Verpackungsverordnung*
decree on declassing of hazard waste	*Festsetzungsverordnung*

decree on biological waste	*Verordnung biogener Abfälle*
excavation material	*Erdaushub*
excavation spoil	*Bodenaushub*
judicial districts	*Gerichtsbezirke*
law on waste management	*Abfallwirtschaftsgesetzt*
municipal waste	*Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Anfallstellen*
other bulky waste	*Sonstige Abfälle wie Wracks, Altreifen,..*
political precincts	*Politische Bezirke*
Projected	*hochgerechnet*
Residential building (engineering)	*Wohnbau (Teil des Hochbaus)*
Residential building industry (residential building sector + waste management of residential building)	*Σ „Wohnbauindustrie“ (Wohnbausektor + Entsorgungs-/Recyclingwirtschaft im Wohnbau)*
road demolition waste	*Asphalt-/ Straßenaufbruch*
Spoil	*Boden / Aushub*
timber waste	*Bau- und Abbruchholz*
waste from construction sites	*Baustellenabfälle*
waste from enterprises	*Abfälle aus Betrieben und vergleichbaren Einrichtungen*

A.1. Registered waste streams from construction and building industry in Upper Austria (2005')

(A.1. Registrierte Abfallströme aus dem Bauwesen in Oberösterreich 2005 – Quelle Land OÖ, Abt. Umwelt- & Anlagentechnik)

Oö. Mengenströme bei den Abfällen aus dem Bauwesen im Jahr 2005

(Angaben in Mg bzw. Tonnen)

					ABLAGERUNG auf						
					151 Bodenaushubdeponien						
					6 Verwertung (Geländeverfüllung)						
					6 Baurstmassendeponien						
MINERALISCHER BAUSCHUTT		**Sortierung und Aufbereitung**			6 Massenabfalldeponien					kg/EW	
incl. BETONABBRUCH		mit mobilen und stationären			2 Reststoffdeponien					1397585	
700.000 - 2.100.000		Baurestmassenaufbereitungsanlagen									
		Mineralischer Bauschutt	365.142		Bodenaushub	3.050.594		Mineralische Bauabfälle			
STRASSEN-		Asphaltaufbruch	167.554		Mineralischer Bauschutt	28.985		Mg	%		
AUFBRUCH		Betonabbruch	323.713		Betonabbruch	1.139	Aufbereitung	856.409	82		
überwieg. ALTASPHALT		Baustellenabfälle	34.073		Asbest und Faserzement	908	Deponierung	30.124	3		
300.000 - 500.000		Sonstige Bauabfälle	7.995		Bauabfälle verunreinigt	30.831	Zwischenlager	163.628	15		
		Summe	**898.477**		Sonstige Bauabfälle	21.303		1.050.161	100	643	
					Summe	**3.133.760**		Bodenaushub			
BAUSTELLEN-							Verwertung	366.305	12		
ABFÄLLE							Deponierung	2.684.289	88		
250.000 - 500.000					**auf ZWISCHENLAGER**		Zwischenlager	7.978	0		
		Gesamtmenge			bei Deponien und Aufbereitungsanlagen			3.058.572	100	2188	
BODENAUSHUB		**4.232.393**			Bodenaushub	7.978					
4.200.000 - 5.400.000					Mineralischer Bauschutt	60.160		weitere Bauabfälle			
					Betonabbruch	61.277	Aufbereitung	42.068	34		
					Asphaltaufbruch	42.191	Deponierung	53.042	43		
					Baustellenabfälle	2.074	Zwischenlager	5.723	5		
					Sonstige Baurestmassen	3.649	Thermische	22.827	18		
5450000					**Summe**	**177.329**		123.660	100		
8500000											
6975000	Mittelw.	**SONSTIGE BEHANDLUNG oder**			**Thermische Behandlung**		Probe	4.232.393			
2742607	Sonstig	**ENTSORGUNG**						**BRIO**	%		
		ca 2,8 Mio to			Baustellenabfälle	152	Mineralische	1.700.000	62	bekannte Entsorgung	
					Abbruchholz	22.675	Bodenaushub	12.000.000	25	bekannte Entsorgung	
		Bemerkung zu den Mengen 2005			**Summe**	**22.827**					
		Es wurden 46 Deponien mehr befragt als 2004					Mineralische	649.839	38	sonstige Entsorgung	
		weil die Dep. bew. durch BH vorerhoben wurden					Bodenaushub	8.941.428	75	sonstige Entsorgung	
		Verwertung Menge von 653.000 Mg auf 335.000 to									
		gesunken - da Verwertung (Geländeverfüllung)									
		nur mehr 6 gegenüber dem Vorjahr 30 erhoben wurden									
						263103	45,68244206				
				445		575939					
				335	75,28089888						

A.2. Overall registered waste masses in Upper Austria (2005')

(A.2. Gesamtmenge registrierter Abfälle in Oberösterreich 2005**)**

Gesamtmenge registrierter Abfälle in OÖ im Jahr 2005 *Angelo Huber 2007'*

Calculation I

Berechnungen basieren auf folgende Datenquellen: OÖ Abfallbericht 2005; Studie BRIC-R, Wien 1999

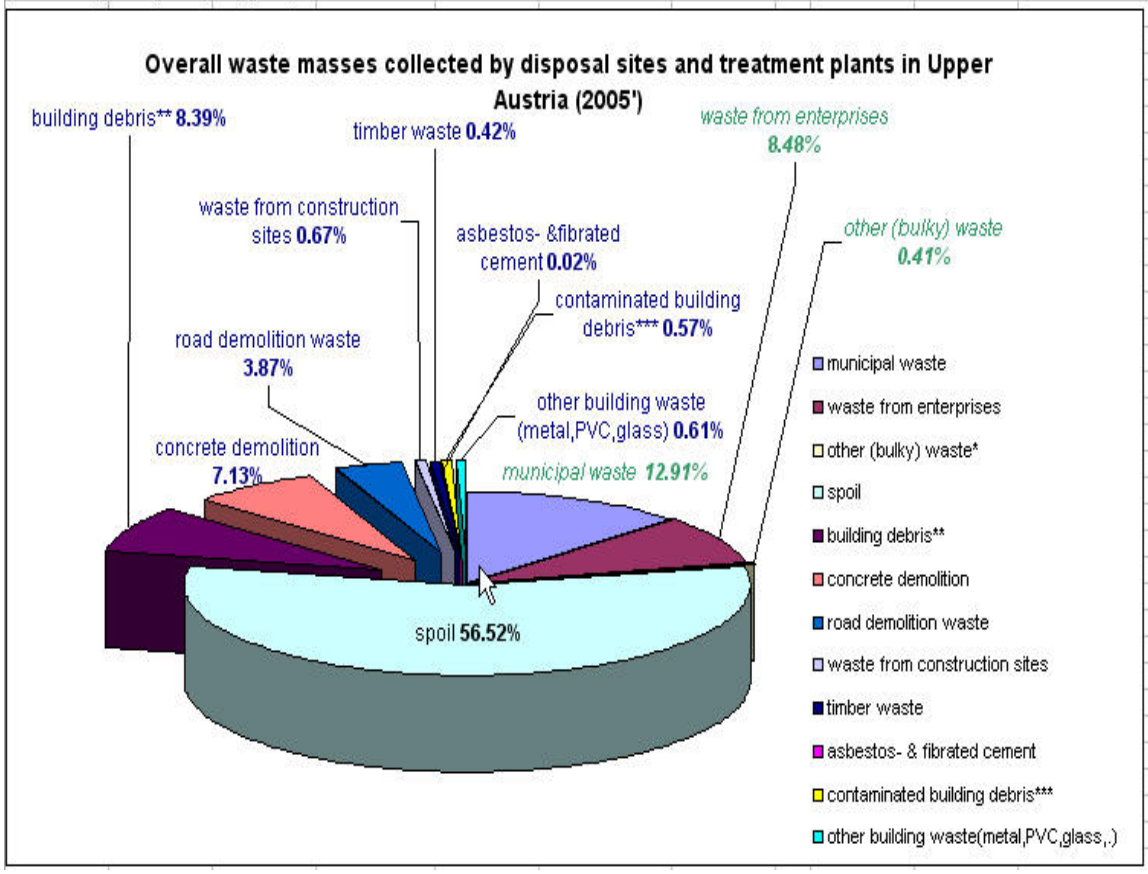
[Umrechnung der im OÖ Abfallbericht ausgewiesenen "ProKopf-Werte" (=kg/E.a) in Tonnen (=t/a.); Gesamtbevölkerung in OÖ laut ÖSTAT 01'1376800 EW]

Registrierte Abfallmengen des Bauwesens aus den Bereichen:
Sortierung & Aufbereitung mit mobilen & stationären BRM-Aufebreitungsanalgen
Ablagerung auf 151 Bodenaushubdeponien, 6 Verwertung (Geländeverfüllung), 6 BRM-Deponien, 6 Massenabfalldeponien, 2 Reststoiffdeponien
Zwischenlagerung bei Deponien und Aufbereitungsanalgen
Thermische Behandlung

		Tonnen per anno (=t/a.)	Tonnen je Ew.per anno (=t./E.a)	
Σ Registrierten Abfälle (ohne Bauwesen):				
Siedlungsabäflle(Abfälle aus Haushalten & ähnlichen Anfallstellen)		698474 t	0,5073 t/E.a.	
Σ {Entsorgungsmenge[Hausabfälle, sperrige Abfälle, Problemstofe]; Verwer= ungsmenge[getrennt gesammelte Altstoffe, Wertstoffe aus MBA & biogene Abfälle]}				
Abfälle aus Betrieben und vergleichbaren Einrichtungen		458.679 t	0,3331 t/E.a.	
Sonstige Abfälle wie Wracks, Altreifen, Akkus etc.		22307 t	0,0162 t/E.a.	
	Σ	1179460 t	0,8567 t/E.a.	
Σ Registrierten Abfälle aus dem Bauwesen:				
Bodenaushub	Σ	*3058572 t*	*2,2215 t/E.a.*	
BRM (ohne Bodenaushub):				% v.Σ BRM
Mineralische Bauabfälle				
Mineralischer Bauschutt		454287 t	0,3300 t/E.a.	**38,70%**
Betonabbruch		386129 t	0,2805 t/E.a.	**32,90%**
Asphaltaufbruch		209745 t	0,1523 t/E.a.	17,87%
Weitere Bauabfälle				
Baustellenabfälle		36299 t	0,0264 t/E.a.	3,09%
Abbruchholz		22675 t	0,0165 t/E.a.	**1,93%**
Asbest- und Faserzement		908 t	0,0007 t/E.a.	0,08%
Verunreinigte Bauabfälle		30831 t	0,0224 t/E.a.	2,63%
Sonstige Bauabfälle/BRM		32947 t	0,0239 t/E.a.	2,81%
(Diese Fraktion umfasst **u.a.** Abfälle aus den anteilsmäßig zunehmenden Baustoffen **Metall, Kunststoff &Glas**)				
Σ reg. BRM (Hoch-&Tiefbau) ohne Bodenaushub:	Σ	*1173821 t*	*0,8526 t/E.a.*	100%
Menge registrierter Bauabfälle(inkl. Bodenaushub)	Σ	4232393 t	3,0741 t/E.a.	
Gesamtmenge registrierter Abfälle:	Σ	**5411853 t**	**3,9307 t/E.a.**	

(Copied Data for English chart)

	Overall waste masses collected by disposal sites and treatment plants in Upper Austria
municipal waste	698474
waste from enterprises	458.679
*other (bulky) waste**	22307
spoil	3058572
building debris**	454287
concrete demolition	386129
road demolition waste	209745
waste from construction sites	36299
timber waste	22675
asbestos- & fibrated cement	908
contaminated building debris***	30831
other building waste(metal,PVC,glass,.)	32947



Persönliche Annahme bezügl. Metall- & Kunststoffabfälle:

Metall- & Kunststoffabfälle sind gem. BGBl 1991/259 - Vo über die Trennung von Bauabfällen ab einer Mengenschwelle von je 2t (vgl. § 1 BauschuttV) zu trennen bzw. als solche auch gesondert auszuweisen. Da diese Abfallfraktionen aus dem Bauwesen gemeinsam mit Metall- & Kunststoffabfällen aus Haushalten & ähnlichen Einrichtungen (bei Fehlen geigneter, eigener Behandlungsanlagern) dafür vorgesehenen Altstoffsammelzentren (ASZ) & (mobilen) Altstoffsammelinseln zur Entsorgung bzw. Aufbereitung zugeführt werden müssen, konnte der Anteil dieser Fraktionen vom Bauwesen im OÖ Abfallbericht 2005 nicht als solcher gesondert ausgewiesen werden. Folglich sind Metall- &Kunststoffabfälle aus dem Bauwesen auch in den Abfällen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen enthalten und werden u.a. unter "Sonstige BRM" ausgewiesen. Das selbe gilt für Glasabfälle im Bauwesen, wenngleich in der aktuellen Vo zur Trennung von Bauabfällen die Fraktion Glas als soche noch nicht im § 1 BauschuttV als eigens auszuweisesnde Stoffgruppe enthalten ist. Mit einer verbindlichen, einheitlichen Aufzeichnugspflicht für sämtliche Baubetriebe (verbindlicher Nachweis mittels BRM-Nachweisformulare, in denen anaolg zu § 1 BauschuttV auch Fraktionen wie Metalle und Kunststoffe hinsichtlich Menge, Herkunft und Verbelieb erfasst werden) könnten solche, im Falle von Metall- und Kunststoff, nichtmineralischen Fraktionen, welche gegenwärtig hauptsächlich noch lediglich als Baustoffinput anfallen, zukünftig jedoch einen bedeutenden Anteil der anfallenden BRM darstellen, für das Bauwesen gesondert erfasst werden. Ferner würde sich durch solch eine vollständige Erfassung bei allen Baubetrieben der Verbleib der nicht durch Entsorgungs- & Aufbereitungsanalgen registrierten Bauabfälle besser eroieren lassen, da bei korrekter Umsetzung, neben Art und Menge der angefallenen BRM auch dessen Herkunft und Verbleib für jede Fraktion nachgewisen werden müsste. Im Zuge der Materialflussanalyse für den OÖ Wohnbau wird versucht das Massenpotential solcher Fraktionen zu berechnen. Dennoch ist der Verbleib der nicht registrierten BRM nur durch eine Gegenüberstellung berechneter zu erfasster Daten möglich, weshalb eine verbindliche Kooperation der Baubetriebe in Form einer umfassenden Aufzeichnungspflicht für derartige Schlussfolgerungen unumgänglich ist.

A.3. Gap between registered and calculated waste construction and demolition waste in Upper Austria (2005')

(A.3. Lücke zwischen registrierten und berechneten - Berechnungen anhand der Studien BRIO 96' und BRIO-R 99' - BRM in OÖ 2005**)**

Differenz Berechneter vs. Registrierter BRM:

Calculation II

[Versuch aus bestehenden Daten die Differenz bzw. die Menge der nicht registrierten BRM mit unbekanntem Behandlungs-, Entsorgungsweg zu erm.nen.]

(0,6333=Anteil Wohnbau an Σ BRM:nur Hochb. ohneBoden)* [38,7%+32,9%]=45,34%

Berchnete BRM nach ***BRIO-R***, *Wien 19***99'** für **Wohnbau** und **BRIO**, Wien 1996' für **restl. Hochbau & Tiefbau**

(t/E.a.)*(1.376.800=Einw.OÖ n.ÖSTAT 01')

*Ergebnisse **BRIO-R 99'** für ausgewählte BRM in OÖ: (vgl. BRIO-R 99', Kurzfassung S.i)*

BRM- Anfall aus dem Wohnbau	Bandbreite: Mio. t/Jahr	t/E.a. (=Mittelwert)	Mittelwert: t/a.	Anteil von Σ BRM (Hoch- & Tiefbau)	Anteil von Σ BRM (nur Hochbau)
Min. Bauschutt & Betonabbruch	0,7 - 1,3	0,72	991296	34,52%	45,34%
Baurestholz	0,02 - 0,07	0,03	41304	0,93%	1,22%
Bodenaushub	0,7 - 1,1	0,64	881152	33,82%	53,49%
BRM-Anfall aus ges. Hochbau	Min. Bauschutt & Betonabbruch		1.563.286,59		
	Baurestholz		65.220,37		

(991.296,00/63,33*100)

(41.304,00/63,33*100)

(0,4822=Anteil Wohnbau an Σ BRM ohne Bodenaushub) * [(38,7%= Anteil Min.Bauschutt an Σ BRM)+(32,9%=Anteil Betonabbr. an Σ BRM)]

*Erwartete BRM (**ohne Bodenaushub**) nach Bausparten **BRIO 96'** in OÖ: (vgl. BRIO 96', S. 99, Tabelle 4-22)*

Bausparte		Bandbreite: Mio. t/Jahr	t/E.a. (=Mittelwert)	Mittelwert: t/a.	%je Bausparte v ΣBRM (Hoch- & Tiefbau)	
Hochbau:	**Wohbau**	0,8 - 2	0,95	1307960	48,22%	63,33%
	Sons.Hochb.	0,5 - 9	0,55	757240	27,92%	36,67%
Σ Tiefbau:		0,55 - 0,75	0,47	647096	23,86%	

*Erwarteter **Bodenaushub** nach **BRIO 96'** in OÖ: (vgl. BRIO 96', S. 100, Tabelle 4-23)*

Bausparte		Mio. t/Jahr	t/E.a. (=Mittelwert)	Mittelwert: t/a.	%je Bausparte v ΣBRM (Hoch- & Tiefbau)	Anteil von Σ BRM (nur Hochbau)
Hochbau:	**Wohbau**	1,6	1,15	1583320	33,82%	53,49%
	Sons.Hochb.	1,5	1,00	1376800	29,41%	46,51%
Σ Tiefbau:		1,1 - 2,3	1,25	**1721000**	36,76%	

Da für den Wohnbau für ausgewählte BRM in der Studie BRIO 99' die Daten verbessert wurden & der Wohbau den größten Teil des ΣHoch- & Tiefbaus ausmacht, wird der Anteil des Wohnbaus am gesamten Hoch- & Tiefbau herausgerechnet, sodass die aktuelleren Werte der BRIO-R 99' Studie auf den sonst.Hoch- & Tiefbau hochgerechnet werden können.

Anmerkung: Die roten Werte der BRIO 96' Studie können für die Fraktionen Min. Bauschutt, Betonabbruch & Baurestholz durch die blauen Werte der Folgestudie BRIO-R 99' ersetzt werden

Differenz Bodenaushub: (Σ berechneter Bodenaushub v. allen Bausparten) - (Σ registrierter Bodenaushub v. allen Bausparten) =

Berechneter Bodenaushub Wohnbau:	881.852 t	
Berechneter Bodenaushub Σ Hochbau:	**1647320,99** t	(881852/53,49)*100
Berechneter Bodenaushub Σ Tiefbau:	**1721000,00** t	
Σ Hoch-&Tiefbau:	**3368320,99**	vs. ***Σ reg.Bodenaushub:*** 3058572 t

Differenz Bodenaushub = 309748,99 t entspricht in *t/E.a.*= **0,2250 t/E.a.**

(=9,2% der Σ berechneten BRM)

Differenz BRM (ohne Bodenaushub): (Σ ber. BRM(\Bodenaushub) aller Bausparten) - (Σ reg. BRM(\Bodenaushub) aller Bausparten) =

Berechnete BRM Wohnbau:	1404324,77 t	[(991296+41304)/(38,7+32,9+1,93)]*100
Berechnete BRM **Σ Hoch-und Tiefbau:**	**2912328,42** t	(1404324,77/48,22)*100 = 2.912.328,42t

Kontrolle: **[991296t+41304t**=Mineral. Bauschutt, Betonabbruch&Abbr.Holz v. BRIO-R99'**] / [34,52+0,93**=%Anteil dieser Fraktionen v. Wohnbaus am ΣBRM(ohneBoden)**]*100** = **2.982.835 t (annähernd gl.Ergebnis: *Rundungsdifferenzen auf letzten***

Σ reg. BRM (Hoch-&Tiefbau): **1173821**

Differenz BRM (ohne Boden.) = 1738507,42 t						**entspricht in *t/E.a.* =**			**1,2627 t/E.a.**		
			(=59,7% des Σ berechneten Bodenaushubs)								
Differenz BRM (inkl. Bodenaushub): [Σ ber. BRM(inkl.Bodenaushub)] - [Σ reg. BRM (inkl.Bodenaushub)] =											
Σ ber. BRM(inkl.Bodenaushub) aller Bausparten:			**6280649,42**	**t**	**vs.**		***reg. BRM (inkl.Boden.) aller Bausparten:***			**4232393**	
Differenz BRM (inkl. Boden.) = 2048256,42 t						**entspricht in *t/E.a.* =**			**1,4877 t/E.a.**		
			[=32,6% der Σ berechneten BRM (inkl. Bodenaushub)]								

Gem. **"Bauwerk Österreich"** - umgelegt auf OÖ durch den **OÖ Abfallbericht 2005'** sind 62% der Mineral.Bauabfälle und 25% des Bodenaushubs registriert.
D.h. 1.050.161t (=reg. Massen: min.Bauschutt, Beton-&Asphaltaufbruch=62%) und nur 38% (=643647t) nicht registriert
Und beim Bodenaushub: (reg. Massen: 3.058.572t=25%) wären es mit 75% nicht reg. Massen =9.175.716t dessen Verbleib ungewiss ist.

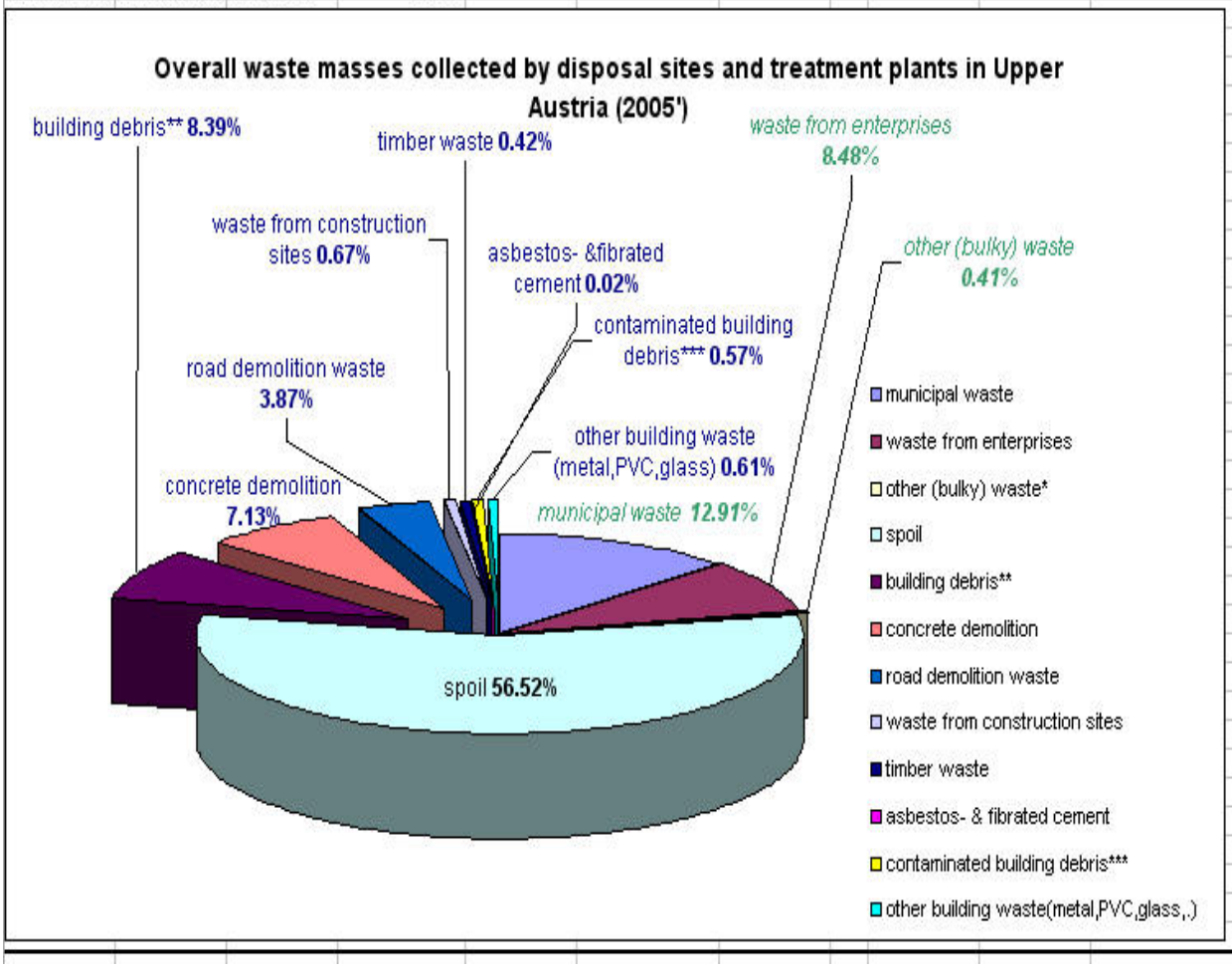
Stimmen obige Berechnungen nur annähernd, so würde sich insbesondere für Bodenaushub, aber auch für BRM (ohne Bodenaushub) hinsichtlich nicht registrierter Mengen ein vollkommen konträres Bild ergeben. Nämlich, dass mit **309.748,99t nur 9,2% des Bodenaushubs nicht registriert** wären und bei den **BRM (ohne Bodenaushub)** mit **1.738.507,43t = 59,69%** (bezogen auf ∑ber.BRM(ohne Bodenaushub) **nicht reg.** BRM ein in Relation dafür, weit größerer Anteil ungewiss wäre.

Bezogen auf die vom **OÖ Abfallbericht** und **Bauwerk Ö** ausgewiesenen **Fraktionen "Min.Bauschutt, Beton-&Asphaltaufbruch"**(=1.050.161t bzw. 62% aller reg. Massen) gegenüber 62% bzw. 1.805.643,61t der berechneten **BRM (ohne Bodenaushub)** wären demnach zumindest **für diese Fraktionen** der **Verbleib** von **41,84%** [=1-(1050161/1805643,61)] bzw. **1.983.198t ungewiss (nicht registriert)**.

Das würde heissen: eine Überschätzung des nicht reg. Bodenaushubs von (75%-9,2% = 65,8 Prozentpunkte)
eine Unterschätzung der nicht reg. BRM (ohne Bodenaushub) von (38%-41,84% = -3,84 Prozentpunkte)

Mit anderen Worten: Der gegenwärtige Bodenaushub wäre theoretisch gut erfasst, wohingegen bei den BRM(ohne Bodenaushub) nach wie vor Unkenntnis besteht.

(Copied Data for English chart)	
	Overall waste masses collected by disposal sites and treatment plants in Upper Austria
municipal waste	698474
waste from enterprises	458.679
*other (bulky) waste**	22307
spoil	3058572
building debris**	454287
concrete demolition	386129
road demolition waste	209745
waste from construction sites	36299
timber waste	22675
asbestos- & fibrated cement	908
contaminated building debris***	30831
other building waste(metal,PVC,glass,.)	32947



A.4. Share of residential building in entire building and civil engineering (in Upper *Austria 2005)*

(A.4. Anteil des OÖ Wohnbaus am gesamten Hoch- und Tiefbau in OÖ 2005**)**

Calculation III

Anteil des Wohnbaus am Σ Hoch- & Tiefbau: (basierend auf den Ergebnissen der Studie ***BRIO 96' (vgl.S.99-100 Tabelle 4-22/23)***)
[Ergebnisse stellen Mittelwerte in kg/E.a. dar und beinhalten teils große Bandbreiten!]

BRM (ohne Bodenaushub) in kg/E.a.:
950kg BRM Wohnbau +550 kg BRM Sonst.Hochbau +470 kg BRM Tiefbau = **1970kg BRM (ohne Bodenaushub) v. Σ Hoch- & Tiefbau**
950/1970 = **48,22% BRM (ohne Bodenaushub) v.d. Bausparte Wohnbau** gemessen an 100% BRM (ohne Bodenaushub) **v. Σ Hoch- & Tiefbau**
[950/(950+550) = **63,3% BRM (ohne Bodenasuhub) v.d. Bausparte Wohnbau** gemessen an 100% BRM (ohne Bodenaushub) **v. Hochbau]**

Bodenaushub in kg/E.a.:
1150kg Bodenaushub Wohnnbau +1000kg Bodenaushub Sonst. Hochbau +1250kg (=Mittelwert v.800-1700) Bodenaushub Tiefbau =**3400 kg Σ Bodenaushub**
1150/3400 = **33,82% Bodenaushub v.d. Bausparte Wohnbau** gemessen an 100% Bodenaushub **v. Σ Hoch- & Tiefbau**
[1150/(1150+1000) = **53,49% Bodenasuhub v.d. Bausparte Wohnbau** gemessen an 100% Bodenaushub **v. Hochbau]**

Σ BRM (inkl. Bodenaushub) in kg/E.a.:
1970 kg BRM (ohne Bodenaushub) + 3400 kg Bodenaushub = **5370 kg Σ BRM (inkl. Bodenaushub) v. Σ Hoch- & Tiefbau (=100%)**

Anteil des Wohnbaus am Σ Hoch- & Tiefbau:
[950 kg BRM (ohne Bodenaushub) Wohnbau + 1150 kg Bodenaushub Wohnbau] = ***2100 kg BRM (inkl. Bodenaushub) v.d. Bausparte Wohnbau***
2100/5370 = ***39,11% BRM (inkl. Bodenaushub) v. d. Bausparte Wohnbau*** gemessen an 100% BRM (inkl. Bodenaushub) **v. Σ Hoch- & Tief**
[2100/(950+550+1150+1000) = **57,53% BRM (inkl. Bodenasuhub) v.d. Bausparte Wohnbau** gemessen an 100% BRM (inkl. Bodenaushub) **v. Hochbau]**

A.5. Reporting Formula of the Austrian Economic Chamber for quantity, stay and origin of all kinds of non hazard construction and demolition waste

(A.5. Baurestmassennachweisformulare für nicht gefährliche Abfälle der Wirtschaftskammer Österreich**)**[291]

Baurestmassennachweis-Formular

für nicht gefährliche Abfälle, Stand Februar 2006

WKO WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH GESCHÄFTSSTELLE BAU

vom Auftragnehmer auszufüllen: Nr. _____ Datum: _____

Auftraggeber: _____

Bauvorhaben: _____

Anfallort (Baustelle) Straße, PLZ, Ort _____

Auftragnehmer (ggf. Firmenstempel):

Stoffgruppe	**Abfallart** (Schlüsselnummer lt. ÖN S 2100 inkl. Spezifizierung) – *Zutreffende ankreuzen* [1]
Aushubmaterial (siehe umseitige Erläuterungen)	**A) Verwertung oder Deponierung von Aushubmaterial** ❑ Bodenaushubmaterial mit Hintergrundbelastung (31411-29) ❑ Bodenaushubmaterial Klasse A1 (31411-30) z. B. für landwirtschaftliche Rekultivierungsschichten ❑ Bodenaushubmaterial Klasse A2 (31411-31) z. B. für Anschüttungen, Verfüllungen ❑ Bodenaushubmaterial Klasse A2G (31411-32) z. B. für Verwertung auch im Grundwasserschwankungsbereich **B) Deponierung von Aushubmaterial** ❑ Bodenaushubmaterial oder Erdaushub für Bodenaushubdeponien (31411-33) ❑ Bodenaushubmaterial oder Erdaushub für Baurestmassendeponien (31411-33) ❑ Aushubmaterial, nicht gefährlich, mit mehr als 50 Vol.% Baurestmassen für Baurestmassendeponien (31409) ❑ Bodenaushubmaterial oder Erdaushub für Baurestmassendeponien, KW-verunreinigt (31423-36) ❑ Bodenaushubmaterial oder Erdaushub für Baurestmassendeponien, sonstig verunreinigt (31424-37) ❑ Bodenaushubmaterial oder Erdaushub für Reststoffdeponien, KW-verunreinigt (31423-36) ❑ Bodenaushubmaterial oder Erdaushub für Reststoffdeponien, sonstig verunreinigt (31424-37) ❑ Bodenaushubmaterial oder Erdaushub für Massenabfalldeponien, KW-verunreinigt (31423-36) ❑ Bodenaushubmaterial oder Erdaushub für Massenabfalldeponien, sonstig verunreinigt (31424-37)
Bauschutt	❑ Bauschutt – keine Baustellenabfälle (31409)
Betonabbruch	❑ Betonabbruch (31427)
Asphaltaufbruch	❑ Bitumen, Asphalt (54912) ❑ Straßenaufbruch (31410)
Holz	❑ Bau- und Abbruchholz (17202)
Metalle	❑ NE-Metallschrott (35315) ❑ Eisen- und Stahlabfälle verunreinigt (35103)
Baustellenabfälle	❑ Baustellenabfälle – kein Bauschutt (91206) ❑ Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (91101) ❑ Verpackungsmaterial und Kartonagen (91201)
Sonstige, oben nicht angeführte Abfälle	❑ Abfallart: _____ Schlüsselnummer: lt. AbfAnzVO, Anlage 5 _____

1) nur eine Abfallart je Formular ankreuzen

Verbleib der Baurestmassen:

Verbleib der Baurestmassen	Bezeichnung laut AbfallnachweisVO	Masse in Tonnen	Übernehmer (Firma) bzw. Standort der Anlage, Deponie bzw. Bauvorhaben
Wiedereinbau	Einsatz für Baumaßnahmen einschließlich technischer Schüttungen; Verfüllungen, Rekultivierungsschichten		
Recyclinganlage	Aufbereitung von mineral. Baurestmassen		
Sorteranlage	Trennung		
Zwischenlager (Zutreffendes ankreuzen)	❑ Sammlung und Lagerung für Verwertung ❑ Sammlung und Lagerung für Deponierung		
Deponie	Ablagerung in oder auf dem Boden		
Behandlung	thermisch		
stoffliche Verwertung	Sammlung und Lagerung für Verwertung		
	Summe pro Jahr:		

[291] See: *WKÖ*: Baurestmassen: Trennung auf der Baustelle: 2006, p. 40.

Älteres Formular mit einer gröberen Unterteilung hinsichtlich des Verbleibs des Abfalls:

Baurestmassennachweis für nicht gefährliche Abfälle

Auftraggeber: **Auftragnehmer:** **Nr.:**

Datum:

Anfallort:

B	K	~~OÖ~~	NÖ	S	ST	T	V	W

Bitte Bundesland der Baustelle ankreuzen

Kennzahl(en):

(gem. Tabelle eintragen)

Verbleib des Abfalls	Masse in Tonnen	Eigene Anlage*	Übernehmer (Firma) bzw. Standort der eigenen Anlage
Wiedereinbau			
Recyclinganlage			
Zwischenlager			
Deponie			
Entsorger (nicht reiner Transproteur)			
Summe			

*) Wenn zutreffend, bitte ankreuzen.

Kennzahl		
1	Bodenaushub	31411 / 31424 / 31423
2	Betonabbruch	31427
3	Asphaltaufbruch	54912
4	Holz	17202 / 17208 / 17209 / 17115
5	Metalle	35103 / 35302 / 35304 / 35310 / 35314 / 35315
6	Kunststoffbauteile	571xx
7	Baustellenabfälle	91206 / 55513 / 55906 / 18718 / 91101 / 91201 / 91401
8	Bauschutt	31409 / 31412

Erläuterungen siehe umseitig!

A.6. Comparison of the building stock based on the federal accounting of 2001, 1991 and 1981 in Upper Austria

(A.6. Gegenüberstellung des Gebäudebestandes anhand der nationalen Gebäude- und Wohnungszählung (GWZ) 2001, 1991 und 1981 für Oberösterreich**)**

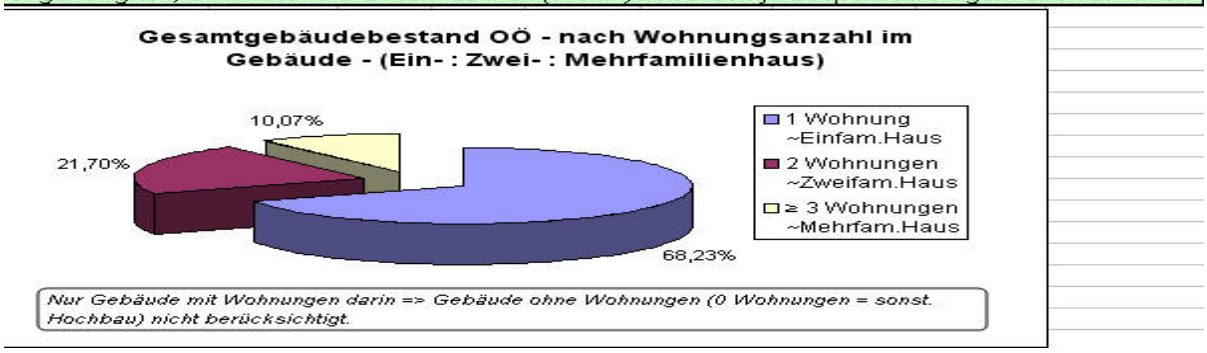
Gebäude nach Merkmalen: 'Wohungsanzahl im Gebäude' & 'Bauperiode' (GWZ 2001)								
Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	1 Woh.	2 Woh.	3-5 Woh.	6-10 Woh.	11-20 Woh.	≥ 21 Woh.	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	7337	33111	11955	3789	1159	282	50	57683
1919 bis 1944	2277	13397	4220	2072	1821	308	20	24115
1945 bis 1960	4042	26935	10232	1926	1565	953	110	45763
1961 bis 1980	9354	63104	28749	3395	2393	2294	719	110008
1981 bis 1990	4704	36969	9583	1287	1475	651	132	54801
1991od.später(-01')	870	23094	2500	575	1104	339	57	28539
nicht rekonstr.(?)	6751	19677	1557	786	2052	507	87	31417
∑ Bauperioden	35335	216287	68796	13830	11569	5334	1175	352326

Gebäude nach Merkmalen: 'Wohungsanzahl im Gebäude' & 'Bauperiode' (GWZ 2001)					
Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	1 Wohnung ~Einfam.Haus	2 Wohnungen ~Zweifam.Haus	≥ 3 Wohnungen ~Mehrfam.Haus	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	7337	33111	11955	5280	57683
1919 bis 1944	2277	13397	4220	4221	24115
1945 bis 1960	4042	26935	10232	4554	45763
1961 bis 1980	9354	63104	28749	8801	110008
1981 bis 1990	4704	36969	9583	3545	54801
1991od.später(-01')	870	23094	2500	2075	28539
nicht rekonstr.(?)	6751	19677	1557	3432	31417
∑ Bauperioden	35335	216287	68796	31908	352326

Gebäude nach Merkmalen: 'Gebäudemit Wohnungen' & 'Bauperiode' (GWZ 2001)			
Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	Σ Gebäude mit Wohnungen (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser)	Σ (Wohnb.- sonst. HB)
vor 1919	7337	50346	57683
1919 bis 1944	2277	21838	24115
1945 bis 1960	4042	41721	45763
1961 bis 1980	9354	100654	110008
1981 bis 1990	4704	50097	54801
1991od.später(-01') + (nicht rekonstr.~91'-01')	7621	52335	59956
∑ Bauperioden	35335	316991	352326

Wenngleich aufgrund mangelnder Bauperiodenerhebung bei der GWZ 2001' die Zuordnung zu diesen nicht korrekt erfolgte, so stimmt dennoch der Gesamtbestand an Gebäuden (Ein-, Zwei- &Mehrfamilienhäuser). Bei einem Vergleich mit Bayern bezüglich des Verhältnisses Ein-:Zwei-: Mehrf.Häusern basierend auf den Gesamtgebäudebestand (66% EFH:21%ZFH:13%MFH - vgl. Statistik Bayern 'BayLfStad' www.statisti.bayern.de - Stand 31.12.2006) zeigt sich für OÖ ein fast identes Ergebnis mit einem 68%EFH:22%ZFH%:10%MFH;

[Laut Fr. Mahidi (Mail v. 22.8.2007) von der ÖSTAT - GWZ, stellt der Großteil der "nicht rekonstruierbaren Bauperiode" Gebäude mit Fertigstellung nach 1991 dar, womit trotz einer gewissen Ungenauigkeit, zumindest die Gesamtzahl an (Wohn-)Gebäuden je Bauperiode einigermaßen stimmen



Gebäude nach Merkmalen: 'Wohungsanzahl im Gebäude' & 'Bauperiode' (GWZ 1991)								
Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	1 Woh.	2 Woh.	3-5 Woh.	6-10 Woh.	11-20 Woh.	≥ 21 Woh.	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	6905	38333	10940	3883	1079	235	28	61403
1919 bis 1944	2287	14298	4456	2137	1789	276	15	25258
1945 bis 1960	3962	28164	10735	1832	1553	944	96	47286
1961 bis 1980	9558	69902	24763	3015	2295	2248	674	112455
1981 bis 1990	5759	43239	8952	1145	1554	668	131	61448
1991od.später(-01')	0	0	0	0	0	0	0	0
nicht rekonstr.(?)	0	0	0	0	0	0	0	0
∑ Bauperioden	28471	193936	59846	12012	8270	4371	944	307850

Gebäude nach Merkmalen: 'Wohungsanzahl im Gebäude' & 'Bauperiode' (GWZ 1991)					
Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	1 Wohnung ~Einfam.Haus	2 Wohnungen ~Zweifam.Haus	≥ 3 Wohnungen ~Mehrfam.Haus	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	6905	38333	10940	5225	61403
1919 bis 1944	2287	14298	4456	4217	25258
1945 bis 1960	3962	28164	10735	4425	47286
1961 bis 1980	9558	69902	24763	8232	112455
1981 bis 1990	5759	43239	8952	3498	61448
1991od.später(-01')	0	0	0	0	0
nicht rekonstr.(?)	0	0	0	0	0
∑ Bauperioden	28471	193936	59846	25597	307850

Gebäude nach Merkmalen: 'Gebäudemit Wohnungen' & 'Bauperiode' (GWZ 1991)			
Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	Σ Gebäude mit Wohnungen (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser)	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	6905	54498	61403
1919 bis 1944	2287	22971	25258
1945 bis 1960	3962	43324	47286
1961 bis 1980	9558	102897	112455
1981 bis 1990	5759	55689	61448
1991od.später(-01') + (nicht rekonstr.~91'-01')	0	0	0
∑ Bauperioden	28471	279379	307850

Differnez GWZ 2001 vs. GWZ 1991 für Gebäude nach Merkmalen: 'Wohungsanzahl im Gebäude' & 'Bauperiode'

Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	1 Woh.	2 Woh.	3-5 Woh.	6-10 Woh.	11-20 Woh.	≥ 21 Woh.	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	432	-5222	1015	-94	80	47	22	-3720
1919 bis 1944	-10	-901	-236	-65	32	32	5	-1143
1945 bis 1960	80	-1229	-503	94	12	9	14	-1523
1961 bis 1980	-204	-6798	3986	380	98	46	45	-2447
1981 bis 1990	-1055	-6270	631	142	-79	-17	1	-6647
1991od.später(-01')	870	23094	2500	575	1104	339	57	28539
nicht rekonstr.(?)	6751	19677	1557	786	2052	507	87	31417
∑ Bauperioden	6864	22351	8950	1818	3299	963	231	44476

Differnez GWZ 2001 vs. GWZ 1991 für Gebäude nach Merkmalen: 'Wohungsanzahl im Gebäude' & 'Bauperiode'

Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	1 Wohnung ~Einfam.Haus	2 Wohnungen ~Zweifam.Haus	≥ 3 Wohnungen ~Mehrfam.Haus	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)	Σ%Abnahme 01' vs. 91'	%ΣAbgang v.Wohnbau 01' vs. 91'
vor 1919	432	-5222	1015	55	-3720	-6,06%	-7,62%
1919 bis 1944	-10	-901	-236	4	-1143	-4,53%	-4,93%
1945 bis 1960	80	-1229	-503	129	-1523	-3,22%	-3,70%
1961 bis 1980	-204	-6798	3986	569	-2447	-2,18%	-2,18%
1981 bis 1990	-1055	-6270	631	47	-6647	-10,82%	-10,04%
1991od.später(-01')	870	23094	2500	2075	28539		
nicht rekonstr.(?)	6751	19677	1557	3432	31417		
∑ Bauperioden	6864	22351	8950	6311	44476		

Bestandsveränderung: Differnez GWZ 2001 vs. GWZ 1991 für 'Σ an Gebäuden mit Wohnungen' (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser) & 'Bauperiode'

Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	Σ Gebäude mit Wohnungen (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser)	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	432	-4152	-3720
1919 bis 1944	-10	-1133	-1143
1945 bis 1960	80	-1603	-1523
1961 bis 1980	-204	-2243	-2447
1981 bis 1990	-1055	-5592	-6647
1991od.später(-01') + (nicht rekonstr.~91'-01')	7621	52335	59956
∑ Bauperioden	6864	37612	44476

Die roten Zahlen zeigen eine Zunahme der jeweiligen Gebäudeklasse (Anzahl an Woheinheiten) je Bauperiode an.

Diese Zunahme ist für den Gebäudebestand vor 1991 eigentlich untypisch, da trotz leichter statistischer Differenzen (Gebäudeabgang setzte sich sowohl aus Abriss als auch aus langjährig nicht genutzten brach liegenden Gebäuden zusammen) und möglichen Sanierungen dieser "Brachen" der Gesamtbestand an Zwei- und Mehrfamilienhäusern mit Baujahr vor 1991 ja praktisch nur abnehmen, aber nicht zunehmen kann.

Nach Auskunft der ÖSTAT (GWZ) sind diese untypischen Differenzen darauf zurückzuführen sind, dass im Unterschied zur GWZ 1991 und GWZ 1981 bei der GWZ 2001 die Bauperiode bei der Befragung nicht erhoben wurde und ifolge dessen diese nur nachträglich, mit großen Fehlern behaftet, rekonstruiert werden konnte. Was die Summe an Gebäuden betrifft, welche bezüglich der Bauperiode als nicht rekonstruierbar eingestuft worden sind, so glaubt man beim ÖSTAT dass ein Großteil davon nach 1991 errichtet wurde.

Gebäude nach Merkmalen: 'Wohungsanzahl im Gebäude' & 'Bauperiode' (GWZ 1981)

Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	1 Woh.	2 Woh.	3-5 Woh.	6-10 Woh.	11-20 Woh.	≥ 21 Woh.	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	7974	47946	12395	4751	1321	354	56	74797
1919 bis 1944	1926	14275	4835	2161	1821	312	17	25347
1945 bis 1960	3649	29898	10236	1989	1488	977	107	48344
1961 bis 1980	9440	75488	21903	2737	2186	2192	658	114604
1981 bis 1990	837	4681	871	96	28	36	11	6560
1991od.später(-01')	0	0	0	0	0	0	0	0
nicht rekonstr.(?)	0	0	0	0	0	0	0	0
∑ Bauperioden	23826	172288	50240	11734	6844	3871	849	269652

Gebäude nach Merkmalen: 'Wohungsanzahl im Gebäude' & 'Bauperiode' (GWZ 1981)

Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	1 Wohnung ~Einfam.Haus	2 Wohnungen ~Zweifam.Haus	≥ 3 Wohnungen ~Mehrfam.Haus	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	7974	47946	12395	6482	74797
1919 bis 1944	1926	14275	4835	4311	25347
1945 bis 1960	3649	29898	10236	4561	48344
1961 bis 1980	9440	75488	21903	7773	114604
1981 bis 1990	837	4681	871	171	6560
1991od.später(-01')	0	0	0	0	0
nicht rekonstr.(?)	0	0	0	0	0
∑ Bauperioden	23826	172288	50240	23298	269652

Differnez GWZ 1981 vs. GWZ 1991 für Gebäude nach Merkmalen: 'Wohungsanzahl im Gebäude' & 'Bauperiode'

Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	1 Wohnung ~Einfam.Haus	2 Wohnungen ~Zweifam.Haus	≥ 3 Wohnungen ~Mehrfam.Haus	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)	Σ%Abnahme 91' vs. 81'	%ΣAbgang v.Wohnbau 91' vs. 81'
vor 1919	-1069	-9613	-1455	-1257	-13394	-17,91%	-18,44%
1919 bis 1944	361	23	-379	-94	-89	-0,35%	-1,92%
1945 bis 1960	313	-1734	499	-136	-1058	-2,19%	-3,07%
1961 bis 1980	118	-5586	2860	459	-2149	-1,88%	-2,16%
1981 bis 1990	4922	38558	8081	3327	54888		
1991od.später(-01')	0	0	0	0	0		
∑ Bauperioden	4645	21648	9606	2299	38198		

Differnez GWZ 1981 vs. GWZ 1991 für Gebäude nach Merkmalen: 'Wohungsanzahl im Gebäude' & 'Bauperiode'

Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	1 Woh.	2 Woh.	3-5 Woh.	6-10 Woh.	11-20 Woh.	≥ 21 Woh.	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	-1069	-9613	-1455	-868	-242	-119	-28	-13394
1919 bis 1944	361	23	-379	-24	-32	-36	-2	-89
1945 bis 1960	313	-1734	499	-157	65	-33	-11	-1058
1961 bis 1980	118	-5586	2860	278	109	56	16	-2149
1981 bis 1990	4922	38558	8081	1049	1526	632	120	54888
1991od.später(-01')	0	0	0	0	0	0	0	0
∑ Bauperioden	4645	21648	9606	278	1426	500	95	38198

Auch der Vergleich der Ergebnisse der GWZ 1991 mit jener aus dem Jahr 1981zeigt untypische Veränderungen des Gebäudebestandes mit Bauperiode vor 1980.
Was die Zuahme an Gebäuden mit Bauperiode zw. 1919&1944 betrifft, so ist es möglich, dass die Zunahme bei den Gebäuden mit 1 Wohneinheit auf vermehrte Sanierungstätigkeit (z.B. wegen Denkmalschutz) zurückgeführt werden kann.
Was die Zunahme des Gebäudebestandes an Gebäuden mit 2 und mehr Wohneinheiten mit Bauperiode 1961-1980 betrifft, so wird seitens dem ÖSTAT argumentiert, dass im Zuge von möglichen Auf-/Zu- und Umbauten viele einst als Einfamilienhaus gewertrete Objekte mittlerweile Zwei- oder Mehrfamilienhäuser darstellen. Dennoch sind auch hier Falschantworten seitens der Bevölkerung eine möglicher Grund für diese Differenzen.

Da bei Differenzierung zwischen Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhaus eine Gegenüberstellung des Bestandes an Wohnbauten aus jeder Epoche anhand der vom ÖSTAT durchgeführten Gebäude- und Wohnungszählung (GWZ) in den Jahren 1981, 1991 & 2001 (vgl. rote Zahlen in obigen Tabellen) teilweise zu verfälschten Ergebnissen führt, sind im Folgenden nur der Gesamtbestand an Wohnbauten je Bauepoche angeführt.

Die ersten 3 Tabellen sind unbereinigt (entsprechend den tatsächlichen, in der GWZ ausgewiesenen Zahlen). Die darauffolgenden Tabellen sind statistisch bereinigt (vgl. Kapitel 4.4.3, S. 58ff.).

GWZ 1991, 2001 (NICHT bereinigt) und der daraus errechnende Gebäudeabgang je Bauperiode absolut und in Prozent:

Gebäude nach Merkmalen: 'Gebäude mit Wohnungen' & 'Bauperiode' *(GWZ 1991)*			
Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	Σ Gebäude mit Wohnungen (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser)	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	6905	54498	61403
1919 bis 1944	2287	22971	25258
1945 bis 1960	3962	43324	47286
1961 bis 1980	9558	102897	112455
1981 bis 1990	5759	55689	61448
1991od.später(-01') + (nicht rekonstr.~91'-01')	0	0	0
∑ Bauperioden	28471	279379	307850
Gebäude nach Merkmalen: 'Gebäude mit Wohnungen' & 'Bauperiode' *(GWZ 2001 - nicht bereinigt)*			
Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	Σ Gebäude mit Wohnungen (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser)	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	7337	50346	57683
1919 bis 1944	2277	21838	24115
1945 bis 1960	4042	41721	45763
1961 bis 1980	9354	100654	110008
1981 bis 1990	4704	50097	54801
1991od.später(-01') + (nicht rekonstr.~91'-01')	7621	N. ÖSTAT: **27669** Wohngebäude mit Bauperiode zw. 91'&00(o1)' **+ 24666** Wohngbäude deren Bauperiode nicht rekonstrouierbar = **52335**	59956
∑ Bauperioden	35335	316991	352326

Bestandsveränderung: Differnez GWZ 2001 (≠ bereinigt) vs. GWZ 1991 für 'Σ an Gebäuden mit Wohnungen' (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser) & 'Bauperiode'

Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	Σ Gebäude mit Wohnungen (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser)	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)	Wohnbau GWZ 01'(≠ bereingt) vs.GWZ 91'
vor 1919	432	-4152	-3720	-7,62%
1919 bis 1944	-10	-1133	-1143	-4,93%
1945 bis 1960	80	-1603	-1523	-3,70%
1961 bis 1980	-204	-2243	-2447	-2,18%
1981 bis 1990	-1002,25	-5312,4	-6314,65	**-9,54%**
*1991od.später(-01') + (**100%** aller nicht rek. W.Geb.~91'-01')*	7621	52335	59956	

Zur Bauperiode 1981-1990 wurden alle Fertigstellungen zw. 1.1.91'&15.5.91' noch der Periode 1981-1990 zugeschlagen, womit der Rückgang der Einheiten der Bauperiode 1981-1990 beim Vergl. der Zählungen 1991&2001 um fast ein halbes Jahr (~1/20) zu hoch bemessen ist => Die 10,04% müssen um 1/20 ~ 0,5% Punkte nach unten korrigeirt werden => ~ **-9,5%**

GWZ 1991, 2001 (bereinigt) und der daraus errechnende Gebäudeabgang je Bauperiode absolut und in Prozent:

Gebäude nach Merkmalen: 'Gebäude mit Wohnungen' & 'Bauperiode' *(GWZ 1991)*

Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	Σ Gebäude mit Wohnungen (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser)	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	6905	54498	61403
1919 bis 1944	2287	22971	25258
1945 bis 1960	3962	43324	47286
1961 bis 1980	9558	102897	112455
1981 bis 1990	5759	55689	61448
1991od.später(-01') + (nicht rekonstr.~91'-01')	0	0	0
∑ Bauperioden	28471	279379	307850

Gebäude nach Merkmalen: 'Gebäude mit Wohnungen' & 'Bauperiode'
(GWZ 2001 - W.Geb mit ≠rek.Bauper. um 15% bereinigt)

Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	Σ Gebäude mit Wohnungen (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser)	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)
vor 1919	7337	50346	57683
1919 bis 1944	2277	21838	24115
1945 bis 1960	4042	41721	45763
1961 bis 1980	9354	100654	110008
1981 bis 1990 (+ 15% aller nicht rekonstr.~91'-01')	4704	53797	58501
1991od.später(-01') + (85% aller nicht rekonstr.~91'-01')	7621	**48635**	56256
∑ *Bauperioden*	35335	316991	352326

N.ÖSTAT:**50097** W.Geb. mit B.Periode zw. 81'&90' **+ 15%** aller W.Geb. deren B.Per. Nicht rek.
(0,15*24666=**3699,9**) =

N. ÖSTAT: **27669** Wohngebäude mit Bauperiode zw. 91'&00(o1)' **+ 85%** aller Wohngbäude deren Bauperiode nicht rekonstrouierbar
(24666*0,85=**20966**,1) =

Bestandsveränderung: Differnez GWZ 2001 (bereinigt) vs. GWZ 1991 für 'Σ an Gebäuden mit Wohnungen' (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser) & 'Bauperiode'

Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	Σ Gebäude mit Wohnungen (~ Σ an Einfam.-, Zweifam.-, Mehrfamilienhäuser)	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)	%∑Abgang v. Wohnbau GWZ 01'(bereingt) vs.GWZ 91'
vor 1919	432	-4152	-3720	-7,62%
1919 bis 1944	-10	-1133	-1143	-4,93%
1945 bis 1960	80	-1603	-1523	-3,70%
1961 bis 1980	-204	-2243	-2447	-2,18%
1981 bis 1990 (+15% aller nicht rek.W.Geb.)	*-1002,25*	*-1797,4*	*-2799,65*	**-3,23%**
1991od.später(-01') + (85% aller nicht rek. W.Geb.~91'-01')	7621	48635	56256	

Neben der Korrektur um 0,5% Punkte wie schon in voriger Tabelle (Tab.15) ist der Abgang dieser Bauperiode gegenüber jenem Wert in Tab.15 aufgrund des erhöhten Bestandes (Zurechnung von 15% aller W.Geb mit ≠rek.Bau.Per.) deutlich niedriger.

*Wenngleich die **-3,23%** Abgang des Bestandes an Wohngebäuden mit Bauperiode 81'bis 90' nur eine grobe Schätzung sind und nachwievor aufgrund des jungen Alters dieser Bausubstanz höchstens eine obere Schranke für das Abrissvolumen dieser Bauperiode darstellen, so zeigt ein Vgl. mit der Gegenüberstellung des Bestandes an Wohngebäuden der GWZ 81' mit d. GWZ 91', dass sich hierbei der Bestand der dazumals letzten Bauperiode 61'bis80' mit -2,16% zwar etwas weniger, aber dennoch verringert hatte. Zudem sind auch beim Vgl. GWZ 81' & GWZ 91' mit -18,44% die größten Abgänge beim ältesten Baubestand (vor 1919) zu verzeichnen [-7,62% (vor 1919) beim Vgl. GWZ 91' & GWZ 01']. Somit können die hier für 2001 berechneten Gebäudeabgänge im Wohnbau durchaus als plausibel angesehen*

Differnez GWZ 1981 vs. GWZ 1991 für Gebäude nach Merkmalen: 'Wohungsanzahl im Gebäude' & 'Bauperiode'

Zahl Woh. / Bauperiode	0 Woh. ~ sonst.HB	∑ Gebäude mit Wohnungen (~ ∑ an Einfam.-, Zweifam-, Mehrfamilienhäuser)	Σ (Wohnb.+ sonst. HB)	%ΣAbgang v.Wohnbau GWZ 91' vs. GWZ 81'
vor 1919	-1069	-12325	-13394	-18,44%
1919 bis 1944	361	-450	-89	-1,92%
1945 bis 1960	313	-1371	-1058	-3,07%
1961 bis 1980	118	-2267	-2149	-2,16%
1981 bis 1990	4922	49966	54888	
1991od.später(-01')	0	0	0	

A.7. Calculations for determining the material flow in the Upper Austrian construction and building industry

(A.7. Berechnungen zur Ermittlung des Materialflusses im OÖ Bauwesen)

A.7.1. Calculation of the residential building sector

(A.7.1. Berechnung des Wohnbausektors)

Input

BRM-Anfall aus Fertiggestellung von Wohnneubauten 2002' in OÖ

		EFH		ZFH		MFH*		
* MFH - umfasst auch sonstige größere zur Wohnraumnutzung vorgesehene gebäude wie Altenheime, etc.								
∑ BRI(m³) jeGr.Kl.		2.720.025,00		498.475,00		1.762.350,00		
							[Einw: in OÖ (2001) = 1376797]	
	efh	EFH	*zfh*	ZFH	*mfh*	MFH*	∑ EFH+ZFH+MFH	
	t/m³ BRI	t/Größenklasse	*t/m³ BRI*	t/Größenklasse	*t/m³ BRI*	t/Größenklasse	t gesamt	kg/Einw.a. (2002')
Sonstiges	*0,00045*	-1.224,01	*0,00051*	-254,22	*0,00051*	-898,80	**-2.377,03**	-1,73
Verpackungen	*0,00368*	-10.009,69	*0,0044*	-2.193,29	*0,00424*	-7.472,36	**-19.675,35**	-14,29
Metalle	*0,00011*	-299,20	*0,00013*	-64,80	*0,00013*	-229,11	**-593,11**	-0,43
Mineralfasern	*0,00004*	-108,80	*0,00005*	-24,92	*0,00004*	-70,49	**-204,22**	-0,15
Gips	*0,00007*	-190,40	*0,00013*	-64,80	*0,0001*	-176,24	**-431,44**	-0,31
Holz behandelt	*0,00016*	-435,20	*0,00018*	-89,73	*0,00018*	-317,22	**-842,15**	-0,61
Holz unbehandelt	*0,00056*	-1.523,21	*0,00061*	-304,07	*0,00062*	-1.092,66	**-2.919,94**	-2,12
Bauschutt	*0,00793*	-21.569,80	*0,00903*	-4.501,23	*0,00892*	-15.720,16	**-41.791,19**	-30,35
GESAMT	*0,013*	-35360,325	*0,01504*	-7.497,06	*0,01474*	-25.977,04	-68.834,43	-50,00
Aushub	*0,73313*	-1.994.131,93	*1,31735*	-656.666,04	*0,74011*	-1.304.332,86	-3.955.130,83	-2.872,70

Adaptierungen [Auf- Um- Zubauten sowie (Total bis Teil-) Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten] : **60,375% des Inputs**

	∑ EFH+ZFH+MFH	
	t gesamt	kg/Einw.a. (2002')
Beton	**761.945,06**	553,42
Mauerziegel	**407.918,62**	296,28
Fliesen/Ziegel/Keramik	**36.765,20**	26,70
Holz	**39.737,96**	28,86
Glas	**3.235,94**	2,35
Kunststoff	**684,43**	0,50
Kohlenteerhal. Bitumengem	**1.181,78**	0,86
Aluminium	**31,92**	0,02
Eisen/Stahl	**24.853,93**	18,05
gemischte Metalle	**374,94**	0,27
Dämmstoffe	**14.660,27**	10,65
Baustoffe auf Gipsbasis	**28.829,50**	20,94
Sost. Material	**32,84**	0,02
GESAMT	**1.320.252,39**	958,93
Verfüllung	**0,00**	0,00

Stock

Tonnen eines bayrischen (~ = OÖ) Ø Wohnhauses je Baumaterial/Baustoff je Epoche

LAGER: 'Tonnen gesamt je Baumaterial & je Epoche in OÖ'

WohnGebäude in OÖ	*50346*			*21838*			**Bayrischer Wohnbau**		
WohnGebäudeinBayern	*112071*	vor 1919		*258164*	1919-1944		**Gesamtbestand 2003**	=	2563369
Lehm	6630000	59,15892604	2.978.415,29	6540000	25,33273423	553.216,25	Epochen	Anzahl Gebäude	
min.	38830000	346,476787	17.443.720,32	79620000	308,4086085	6.735.027,19	1900-18'	4,37%	
Beton	7580000	67,63569523	3.405.186,71	47990000	185,8895896	4.059.456,86	1919-48'	10,07%	
org.	5680000	50,68215685	2.551.643,87	2190000	8,482979811	185.251,31	1949-57'	12,29%	
anorg. (Glas,etc.)	470000	4,193770021	211.139,55	550000	2,13042872	46.524,30	1958-78	39,74%	
anorg. (Stahl, etc)	470000	4,193770021	211.139,55	550000	2,13042872	46.524,30	1978-03'	33,52%	
Dämmstoffe	0	0	0,00	0	0	0,00	gesamt	100,00%	
GESAMT	59660000	532,3411052	26.801.245,28	137440000	532,3747695	11.626.000,22			

WohnGebäude in OÖ	*41721*			*100654*			**Wohnbau OÖ**		
WohnGebäudeinBayern	*315152*	1945-1960		*1018660*	1961-1980		**Gesamtbestand 2001**	=	316991
Lehm	0	0	0,00	0	0	0,00	Epochen	Anzahl Gebäude	
min.	81210000	257,6851805	10.750.883,41	274550000	269,5207429	27.128.340,86	vor1919	15,88%	
Beton	82570000	262,0005585	10.930.925,30	242420000	237,9793061	23.953.569,08	1919-44'	6,89%	
org.	0	0	0,00	6200000	6,086427267	612.623,25	1945-60'	13,16%	
anorg. (Glas,etc.)	440000	1,396151698	58.248,85	1440000	1,413621817	142.286,69	1961-80	31,75%	
anorg. (Stahl, etc)	2220000	7,044219932	293.891,90	7180000	7,048475448	709.457,25	1981-01'	32,31%	
Dämmstoffe	1340000	4,251916536	177.394,21	10510000	10,3174759	1.038.495,22	gesamt	100,00%	
GESAMT	167780000	532,3780271	22.211.343,67	542300000	532,3660495	53.584.772,35			

102432			alle Epochen gesamt jeBaumaterial inOÖ		in Tonnen	in t/Einw.a.
859322	1981-1990,91' od später			vor 1919 - später		
0	0	0,00		Lehm	3.531.631,54	2,56511
165420000	192,5005993	19.718.221,39		min.	81.776.193,18	59,39597
260740000	303,4252585	31.080.456,08		Beton	73.429.594,03	53,33364
15840000	18,43313682	1.888.143,07		org. (Holz, Kunststoffe)	5.237.661,50	3,80424
1300000	1,512820572	154.961,24		anorg. (Glas,etc.)	613.160,62	0,44535
8850000	10,29881697	1.054.928,42		anorg. (Stahl, Metalle)	2.315.941,42	1,68212
5340000	6,214201429	636.533,08		Dämmstoffe + Bitumen	1.852.422,51	1,34546
457490000	532,3848336	54.533.243,28		GESAMT	168.756.604,79	122,57189

Herleitung %-Sätze siehe weiter unten unter Abbrüche

	Holz	Kunststoffe		Dämmstoffe	Bitumen
in Tonnen	5.178.999,69	58.661,81		1.644.210,22	208.212,29
in t/Einw.a.	3,76163	0,04261		1,19423	0,15123
in kg/Einw.a.	3761,62912	42,60745		1194,22850	151,22948

	EFH	ZFH	MFH*		mit Anteilen der Bautypen (EFH/ZFH/MFH) gewichteter Mittelwert
BRI (m³) je Größenklasse *(je 1 Gebäude)* (nach Studie "Baustoffströme in Bayern" für Baubestand 1978-2003)	1.099,00	3.175,00	9.475,00		2.624,00
Verfüllung (kg/m³) je Größenklasse *(je 1 Gebäude)* (nach Studie "Baustoffströme in Bayern" für Baubestand 1978-2003)	216,34	567,48	288,04		299,40
[Einw: in OÖ (2001) = 1376797]				*in Tonnen*	*in t/Einw.* / *kg/Einw.*
Verfüllung bzw. im Baubestand aller Bauepochen gebundenes Bodenmaterial (ACHTUNG: ev. Überschätzung da für alle Bauperioden (vor1919-2003) Ø BRI (m³) eines Wohngebäudes mit BJ zw. 78'-03' herangezogen.				249.036.244,57	180,88 / 180.880,87

Output

BRM-Anfall aus Fertiggestellung von Wohnneubauten 2002' in OÖ

	EFH	ZFH	MFH*
∑ BRI(m³) jeGr.Kl.	2.720.025,00	498.475,00	1.762.350,00

** MFH - umfasst auch sonstige größere zur Wohnraumnutzung vorgesehene gebäude wie Altenheime, etc.*

[Einw: in OÖ (2001) = 1376797]

	efh	EFH	zfh	ZFH	mfh	MFH*	∑ EFH+ZFH+MFH	
	t/m³ BRI	t/Größenklasse	t/m³ BRI	t/Größenklasse	t/m³ BRI	t/Größenklasse	t gesamt	kg/Einw.a. (2002')
Sonstiges	0,00045	-1.224,01	0,00051	-254,22	0,00051	-898,80	-2.377,03	-1,73
Verpackungen	0,00368	-10.009,69	0,0044	-2.193,29	0,00424	-7.472,36	-19.675,35	-14,29
Metalle	0,00011	-299,20	0,00013	-64,80	0,00013	-229,11	-593,11	-0,43
Mineralfasern	0,00004	-108,80	0,00005	-24,92	0,00004	-70,49	-204,22	-0,15
Gips	0,00007	-190,40	0,00013	-64,80	0,0001	-176,24	-431,44	-0,31
Holz behandelt	0,00016	-435,20	0,00018	-89,73	0,00018	-317,22	-842,15	-0,61
Holz unbehandelt	0,00056	-1.523,21	0,00061	-304,07	0,00062	-1.092,66	-2.919,94	-2,12
Bauschutt	0,00793	-21.569,80	0,00903	-4.501,23	0,00892	-15.720,16	-41.791,19	-30,35
GESAMT	0,013	-35360,325	0,01504	-7.497,06	0,01474	-25.977,04	-68.834,43	-50,00
Aushub	0,73313	-1.994.131,93	1,31735	-656.666,04	0,74011	-1.304.332,86	-3.955.130,83	-2.872,70

BRM-Anfall aus Adaptierungenen in OÖ (Farben einzelner Fraktionen stimmen nicht mit jenen in "INPUT_LAGER_OUTPUT" überein)

Angaben über Verhältnis Abbruch:Adaptierung ausgewählter Fraktionen (vgl. "Bauwer Österreich" (2003), S.45.

Baurestmassenfraktionen:		% v.Abbruch	in Tonnen gesamt	in t/Einw.a.	in kg/Einw.a.
Min. Bauschutt	~ Lehm	**32,75**	-8.984,30	-0,00653	-6,52551
	Mauerziegel/Fliesen/Gips	**32,75**	-103.212,49	-0,07497	-74,965658
Betonabbruch	~ Beton	**41,14**	-81.887,77	-0,05948	-59,477011
Min. Bauschutt & Betonabbruch verm.	*~nicht separat berücksichtigt*	*3,59*			
Asphaltaufbruch	Bitumen	**21,43**	-99,06	-0,00007	-0,0719487
Holz	~ Holz	**85,94**	-22.673,67	-0,01647	-16,468417
Metall	~ anorg. (Stahl, Metalle)	**6,25**	-408,97	-0,00030	-0,2970431
Kunststoffbauteile	~ Kunststoffe	***(-0,3kg/Einw.a.)***	-413,04	-0,00030	-0,3
		[Einw: in OÖ (2001) = 1376797]			

k.A. über "Dämmstoffe bzw. Mineralfasern", "Flachglas" & "Sonst. Bauabfälle" =>

ANNAHME:

10,65 kg/Einw.a. Dämmaterial '= **Input** Adapt. Im OÖ Wohnbau
10,65 kg/Einw.a. Dämmaterial '=**Output** Adapt. Im OÖ Wohnbau

2,35 kg/Einw.a. Flachglas '= **Input** Adapt. Im OÖ Wohnbau
2,35 kg/Einw.a. Flachglas '= **Output** Adapt. Im OÖ Wohnbau

ABER: Glas bzw. Fenster **(Flachglas)** & Fassandenerneuerung mit Wärmedämmung **(Mineralfasern/Dämmaterial)** zählen zu den wesentlichen Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten im Ö. Wohnbau. *Zwar bilden Sanierungs- & Instandhaltungsarbeiten gegenüber allen Auf- Zu- & Umbauten nur einen kleinen Teil aller Adaptierungsleistungen (n. Angaben der Studien BRIST&BRIO liegt der Materialverbrauch & BRM-Anfall aus Auf- Zu- & Umbauten höchstens eine Zehnerpotenz höher als bei Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten), dennoch kann auch der Anfall an Alt- Flachglas sowie Mineralfasern (Dämmstoffe) infolge von Auf- Zu- und Umbauten als nicht unwesentlich betrachtet werden.* Mangels genauerer Angaben, wird somit für Flachglas und Dämmaterial analog einem Fließgleichgewicht der Output dem Input gleichgesetzt, sodass **infolge von Adaptierungsarbeiten genauso viel altes Flachglas bzw. Mineralfasern als Output** anfallen, **wie im Zuge für sämtl. Adaptierungsleistungen als Input** neu eingesetzt wurden.

Die Menge an **Verpackungsmaterial aus Adaptierungsleistungen** kann analog zum Verpackungsanteil aus dem Neubau mittels Einheitsprozentsatz berechnet werden => 19.675,35t * 60,375% = (11.878,99t = **8,63kg/Einw.*a)**

Tonnen **BRM-Anfall aus Abbrüchen** in OÖ je Baumaterial aus jeweiligen Epoche

AbgangWohnGebäude in OÖ/Jahr (=Δ GWZ01' & GWZ91')/ 10	*-415,2*	vor 1919	*-113,30*	1919-1944	*-179,7*	1981-1990
Lehm		-24.562,79		-2.870,20		0,00
min. (Mauerziegel, Fliesen, Gips)		-143.857,16		-34.942,70		-34.592,36
Beton		-28.082,34		-21.061,29		-54.525,52
org. (Holz, Kunststoffe)		-21.043,23		-961,12		-3.312,43
anorg. (Glas,etc.)		-1.741,25		-241,38		-271,85
anorg. (Stahl, Metalle)		-1.741,25		-241,38		-1.850,70
Dämmstoffe + Bitumen		0,00		0,00		-1.116,69
GESAMT		-221.028,03		-60.318,06		-95.669,55

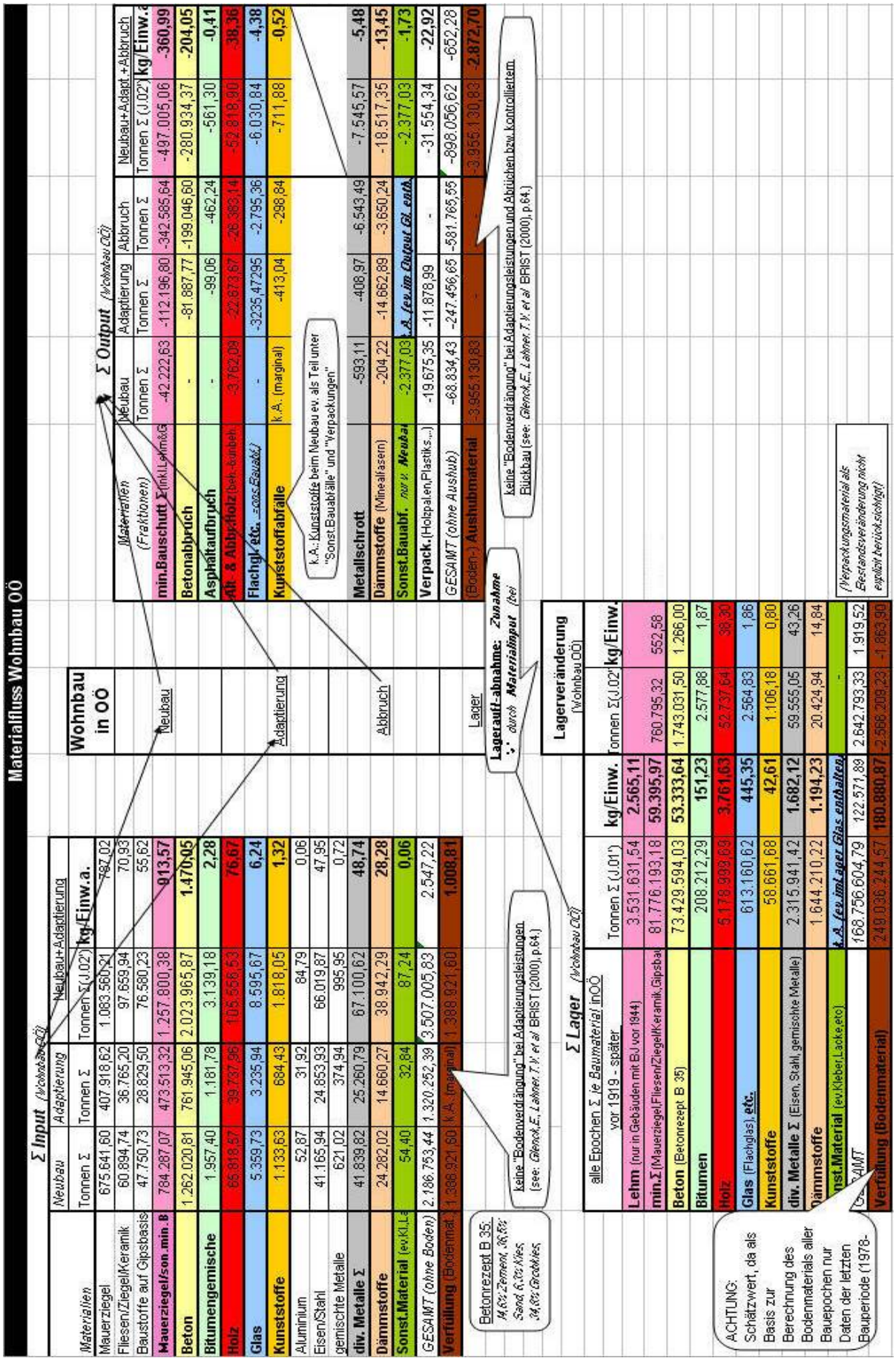
AbgangWohnGebäude in OÖ/Jahr (=Δ GWZ01' & GWZ91')/ 10	*-160,3*	1945-1960	*-224,3*	1961-1980
Lehm		0,00		0,00
min. (Mauerziegel, Fliesen, Gips)		-41.306,93		-60.453,50
Beton		-41.998,69		-53.378,76
org. (Holz, Kunststoffe)		0,00		-1.365,19
anorg. (Glas,etc.)		-223,80		-317,08
anorg. (Stahl, Metalle)		-1.129,19		-1.580,97
Dämmstoffe + Bitumen		-681,58		-2.314,21
GESAMT		-85.340,20		-119.409,70

alle Epochen gesamt jeBaumaterial inOÖ	in Tonnen	in t/Einw.a.	in kg/Einw.a.
vor 1919 - später			
Lehm	**-27.432,98**	-0,01993	-19,93
min.	**-315.152,65**	-0,22890	-228,90
Beton	**-199.046,60**	-0,14457	-144,57
org. (Holz, Kunststoffe)	**-26.681,97**	-0,01938	-19,38
anorg. (Glas,etc.)	**-2.795,36**	-0,00203	-2,03
anorg. (Stahl, Metalle)	**-6.543,49**	-0,00475	-4,75
Dämmstoffe + Bitumen	**-4.112,48**	-0,00299	-2,99
GESAMT	**-581.765,55**	-0,42255	-422,55

Holz	Kunststoffe	Dämmstoffe	Bitumen
Verhältnis Holz:Kunstst. & Dämmstoffe:Bitumen aus jährlichem Anteil einzelner Baustoffe als Rohstoffinput im bayrischen Wohnbau *(vgl. Studie "Baustoffströme in Bayern": Anhang B 6)*.			
Von Σ 1409 kg/Einw.a. Baumaterialien Input in bayr. Wohnbau = *51kg/E.a. Holz & 0,58kg/E.a. Kunststoffe* =>Σ 51,58kg org. (=100%) **=>98,88% Holz & 1,12% Kunststoffe**		Von Σ 1409 kg/Einw.a. Baumaterialien Input in bayr. Wohnbau = *15kg/E.a. Dämmstoffe & 1,9kg/E.a. Bitumen* =>Σ 16,9kg Däm.+Bit. (=100%) **=>88,76% Dämmstoffe 11,24% Holz**	

	Holz	Kunststoffe	Dämmstoffe	Bitumen
in Tonnen	**-26.383,14**	**-298,84**	**-3.650,24**	**-462,24**
in t/Einw.a.	-0,01916	-0,00022	-0,00265	-0,00034
in kg/Einw.a.	-19,16269	-0,21705	-2,65126	-0,33574

Entire material flow of the residential building sector in figures



A.7.2. Projection for the entire building- and civil engineering in Upper Austria

(A.7.2. Hochrechnung auf den gesamten Hoch- und Tiefbau in OÖ)

Input

fiktiver Anteil sonst.Hochbau am Wohnbau: 83,3% bei Neubau & 100% für Adaptierungen für alle Fraktionen inkl. Bodenmaterial.

fiktiver Anteil Tiefbau am Σ Hochbau: 17,8% für alle Materialien ausser Asphalt, Metalle und Bodenmaterial. Für Asphalt und Boden (Werte auf Basis der BRIO Ergebnisse (96') siehe Kap. 4.5.2. S. 63 ff.

Σ INPUT _Bauwesen_OÖ(2001')

Materialien	Input (Wohnbau OÖ) Tonnen Σ	Input (Wohnbau OÖ) kg/Einw.a.	Input (sonst. Hochbau OÖ) Tonnen Σ	Input (sonst. Hochbau OÖ) kg/Einw.a.	Input (Tiefbau OÖ) Tonnen Σ	Input (Tiefbau OÖ) kg/Einw.a.	Σ INPUT OÖ (WB+HB+TB) Tonnen Σ	Σ INPUT OÖ (WB+HB+TB) kg/Einw.a.	Σ INPUT OÖ_2006' Tonnen Σ
Mauerziegel/son.min.Baust.	1.257.800,38	913,57	1.127.085,84	818,63	424.509,75	308,33	2.809.395,97	2.040,53	2.868.320,37
Beton	2.023.965,87	1.470,05	1.813.629,02	1.317,28	683.091,89	496,15	4.520.686,78	3.283,48	4.615.503,86
Bitumengemische (Asphalt)	3.139,18	2,28	2.812,95	2,04	1.514.476,70	1.100,00	1.520.428,82	1.104,32	1.552.318,36
Holz	105.556,53	76,67	94.586,77	68,70	35.625,51	25,88	235.768,80	171,24	240.713,83
Flachglas	8.595,67	6,24	7.702,38	5,59	Annahme kein Anfall		16.298,05	11,84	16.639,88
Kunststoffe	1.818,05	1,32	1.629,12	1,18	613,60	0,45	4.060,77	2,95	4.145,94
div. Metalle Σ	67.100,62	48,74	60.127,31	43,67	38.690,71	28,11	165.918,64	120,52	169.408,13
Dämmstoffe	38.942,29	28,28	34.895,28	25,35	Annahme kein Anfall		73.837,57	53,63	75.386,25
Sonst.Material (ev.Kleber,Lacke,etc)	87,24	0,06	78,18	0,06	29,45	0,02	194,87	0,14	198,96
GESAMT (ohne Boden)	3.507.005,83	2.547,22	3.142.546,85	2.282,51	2.697.037,60	1.958,93	9.346.590,28	6.788,65	9.542.635,58
Verfüllung (Bodenmaterial)	1.388.921,60	1.008,81	1.157.434,62	840,67	2.065.195,50	1.500,00	4.611.551,71	3.349,48	4.708.274,60

Ergebnisse Vgl. BRIO (1996)=> (vgl. Mittelwerte/Bandbreiten - S 73 für Baumaterialien & S 76 für Bodenmaterial - bezogen auf 1996 - Vgl.Werte nur pro/Einw. aussagekräftig)

GESAMT (ohne Boden)	2,8Mio bis 6,5Mio	2000 bis 4700	2,8Mio bis 4,1Mio	2000 bis 3000	2Mio bis 3,9Mio	1500 bis 2800	7,6Mio bis 14,5Mio	5500 bis 10600	7,6Mio bis 14,5Mio
Verfüllung (Bodenmaterial)	1.600.000,00	1.200,00	1.500.000,00	1.100,00	1,5Mio bis 2,6Mio	1100 bis 1900	4,6Mio bis 5,7Mio	3300 bis 4100	4,6Mio bis 5,7Mio

(Wieder-) verfülltes Bodenmaterial: "Anteilige Wiedereinfüllung des zuvor bei einer Baumaßnahme ausgehobenen Bodenmaterials bzw. Einbringung v.exter. Bodenmaterial zur Wiederverfüllung von Baugruben" - vgl. 'Baustoffströme in Bayern' (2005) S.14.

Beim ***Tiefbau*** liegen nur Informtionen über den Verbrauch an Bitumen und Bodenmaterial vor. Für die restlichen Materialien existiert nur eine Gesamtsumme, wobei der Verbrauch an mineral. Rohstoffen (Sand, Kies, Natursteine = Hauptbestandteil mineral.Baustoffen, Beton & Bitumen) mengenmäßig ca. jenem aus dem Hochbau gleichen soll *(vgl. Tab. 5-12 "Einsatz mineral. Baumaterialien in Österreich hochgerechnet nach 'Wagner et al, 1987' in Bauwerk Österreich (2003)(S. 30)*) In der Studie BRIO (96') wurde für OÖ der Tiefbau jedoch mit 25% aller eingesetzten Materialien (ohne Boden) v.ges.Hoch-&Tiefbau weit geringer geschätzt.

Der zur Berechnung angewendete Einheitsprozentsatz errechnet sich aus der von BRIO (96') ermittelten Gesamtinputmenge (ohne Boden) abzüglich dem Asphaltanteil, der hier zu 100% dem Tiefbau zugerechnet wurde

(D.h. von der damals (96') ermittelten Gesamtinputmenge in den Tiefbau wurde der Asphaltanteil abgezogen und die verbleibende Summe in Relation zur Gesamtinputmenge im Hochbau gesetzt, woraus sich abzüglich Bodenmaterial ein fiktiver Antei des Tiefbausvon 17,8% am Σ Hochbau ergibt. Mangels weiterer Informationen musste somit **mit Ausnahme v. Asphalt & Boden** der **restliche Input in den Tiefbau mit 17,8% vom Σ Hochbau** hochgerechnet werden. D.h. für jede Materialart exakt 17,8% des jeweiligen Inputs im Hochbau. Dass diese Vorgehensweise bei Betrachtung der einzelnen, insbesond. nichtmineral. Materialien, aufgrund einer vom Hochbau abweichenden Materialzusammensetzung im Tiefbau zu verfälschten Werten führt ist offensichtlich. (Es kann folglich angenommen werden, dass zwar die berechnete Gesamtmenge an Materialinput in d.Tiefbau stimmt, sich diese aber (abzüglich Boden und Asphalt) mengenmäßig von den hier angegebenen Werten abweichend zusammensetzt.)

Da im Tiefbau kaum Dämmstoffe und Flachglas eingesetzt werden, dafür der Metallanteil (vgl. Schienen- Trassen, Leitungsbau,..) aber sicher mehr als 17,8% des Anteils im Hochbau ausmacht, wurden die 17,8% fiktiver Anteil am Hochbau für Kunststoffe und Flachglas mengenmäßig dem Metallinput dazuaddiert, um so die doch für plausibel angesehene Gesamtmenge im Tiefbau nicht zu verändern. (detailliertere Informationen vgl. Dipl.Arbeit Kap. 4.5.2. S. 63 ff.) Dementsprechend ändert sich auch das ermittelte **Lager im Tiefbau** (die **145% fiktiver Anteil Tiefbau am Hochbau** für Flachglas und Dämmstoffe werden dem Lager an Metallen im Tiefbau zugerechnet), sowie der Output bzw. Anfalll an Metallen, Flachglas und Dämmstoffe (Tiefbau Output: die **18% fiktiver Anteil Tiefbau am ges. Hochbau** für Flachglas und Dämmstoffe werden dem Output an Metallschrott im Tiefbau zugerechnet.)!!

Stock

Σ LAGER *Bauwesen OÖ(2001')*

fiktiver Anteil Tiefbau am Σ Hochbau: 145,00% für alle Materialien ausser Asphalt. Für Asphalt siehe Kap. 4.5.2. S. 85.

alle Epochen Σ je Baumaterial in OÖ vor 1919 - später	*Lager (Hochbau OÖ)* Tonnen Σ	*Lager (Hochbau OÖ)* kg/Einw.	*Lager (sonst. Hochbau OÖ)* Tonnen Σ	*Lager (sonst. Hochbau OÖ)* kg/Einw.	*Lager (Tiefbau OÖ)* Tonnen Σ	*Lager (Tiefbau OÖ)* kg/Einw.	**Σ LAGER OÖ** Tonnen Σ	**Σ LAGER OÖ** *(W&H+AB+TB)* **kg/Einw.**	**Σ LAGER OÖ 2006'** **Tonnen Σ**
min.Σ[inkl.LEHM-nur Geb.BJ v.44' Mauerz.,Flies.(Zie.,Keram.,Gips]	85.307.824,72	61.961,08	65.235.396,88	47.382,00	218.287.671,31	158.547,46	368.830.892,90	**267.890,54**	**376.566.768,05**
Beton	73.429.594,03	53.333,64	56.152.043,79	40.784,55	187.893.374,94	136.471,37	317.475.012,66	**230.589,56**	**324.133.747,34**
Bitumengemische (Asphalt)	208.212,29	151,23	159.221,17	115,65	70.000.000,00	50.842,64	70.367.433,46	**51.109,52**	**71.843.323,07**
Holz	5.178.999,69	3.761,53	3.960.411,62	2.876,54	13.259.146,40	9.625,35	22.391.557,71	**16.263,51**	**22.861.199,21**
Flachglas (**etc.** *= ev. inkl. sonst.Bauabf. von Adapt. & Abbr.*)	613.160,62	445,35	468.887,54	340,56	***Annahme vernachlässigbar***		1.082.048,16	**785,92**	**1.104.743,09**
Kunststoffe	58.661,68	42,61	44.858,93	32,58	150.104,89	109,02	253.625,50	**184,21**	**258.945,05**
div. Metalle Σ (Eisen, Stahl, gemischte Metalle)	2.315.941,42	1.682,12	1.771.014,06	1.286,33	**11.702.299,13**	8.499,66	15.789.254,61	**11.468,11**	**16.120.419,58**
Dämmstoffe	1.644.210,22	1.194,23	1.257.337,26	913,23	***Annahme vernachlässigbar***		2.901.547,48	**2.107,46**	**2.962.404,65**
Sonst.Material. (div.Material **nur v. Neubau**, Adapt. & Abbr.in LagerFl.(Gl. enth.)	***k.A. (ev.im Lager Glas enthalten)***						-	-	-
GESAMT	168.756.604,79	122.571,89	129.049.171,25	93.731,44	501.285.596,56	364.095,50	799.091.372,47	**580.398,83**	**815.851.550,04**
Verfüllung (Bodenmaterial)	249.036.244,57	180.880,87	190.439.465,54	138.320,67	637.239.889,65	462.842,24	1.076.715.538,76	**782.043,79**	**1.099.298.617,17**
Ergebnisse Vgl. BRIO (1996)=> (vgl. Bandbreiten bzw. dessen Mittelwerte - S 90 für Baumaterialien & kein Vgl. für Bodenmaterial - bezogen auf 1996 - Vgl.Werte nur pro/Einw. aussagekräftig)									
GESAMT *(ohne Boden)*	75Mio bis 315Mio	85.000,00	20Mio bis 120Mio	65.000,00	200Mio bis 380Mio		260.000,00	300Mio bis 800Mio	410.000,00	300Mio bis 800Mio
Verfüllung (Bodenmaterial)	kein Vgl.Wert	kein Vgl.Wert	kein Vgl.Wert	kein Vgl.Wert	kein Vgl.Wert		kein Vgl.Wert	kein Vgl.Wert	kein Vgl.Wert

ACHTUNG: Schätzwert, da als Basis zur Berechnung des Bodenmaterials aller Bauepochen nur Daten vom Wohnbau der letzten Bauperiode (1978-01) zur

Output

Σ OUTPUT_Bauwesen_OÖ (2001')

fiktiver Anteil sonst.Hochbau am Wohnbau für jede Fraktion außer Bodenaushub i.H.v. 59,5576%; & für Boden i.H.v. 86,9508%

Materialien (Fraktionen)	Output (Wohnbau 00') Tonnen Σ	Output (Wohnbau 00') kg/Einw.a.	Output (sonst.Hochbau 00') Tonnen Σ	Output (sonst.Hochbau 00') kg/Einw.a.	Output (Tiefbau 00') Tonnen Σ	Output (Tiefbau 00') kg/Einw.a.	Σ OUTPUT OÖ Tonnen Σ	Σ OUTPUT OÖ kg/Einw.a.	Σ OUTPUT OÖ 2006' Tonnen Σ
min. Bauschutt Σ (inkl.Lehm&Gips)	-497.005,06	-360,99	-296.004,58	-215,00	-142.741,74	-103,68	-935.751,38	-679,66	-955.377,87
Betonabbruch	-280.934,37	-204,05	-167.317,94	-121,53	-80.685,41	-58,60	-528.937,72	-384,18	-540.031,68
Asphaltaufbruch	-561,30	-0,41	-334,30	-0,24	-268.475,42	-195,00	-269.371,02	-195,65	-275.020,81
Alt- & Abbruchholz (behandelt&unbehandelt)	-52.818,90	-38,36	-31.457,70	-22,85	-15.169,79	-11,02	-99.446,38	-72,23	-101.532,17
Flachglas,etc. (=sonst.Bauabf.u.Abbr.d.Gas.)	-6.030,84	-4,38	-3.591,82	-2,61	***Annahme kein Anfall***		-9.622,66	-6,99	-9.824,49
Kunststoffabfälle	-711,88	-0,52	-423,98	-0,31	-204,45	-0,15	-1.340,31	-0,97	-1.368,42
Metallschrott	-7.545,57	-5,48	-4.493,96	-3,26	**-9.217,45**	-6,69	-21.256,98	-15,44	-21.701,67
Dämmstoffe (Mineralfasern)	-18.517,35	-13,45	-11.028,50	-8,01	***Annahme kein Anfall***		-29.545,85	-21,46	-30.165,54
Sonst.Bauabf. (nur von ***Neubau***)	-2.377,03	-1,73	-1.415,70	-1,03	-682,89	-0,50	-4.475,43	-3,25	-4.569,30
Verpack. (Holzpaletten,Plastiksäcke,etc)	-31.554,34	-22,92	-18.793,02	-13,65	kein/gering Anfall=> Mengenausgl. im		-50.347,36	-36,57	-51.403,35
GESAMT (ohne Aushub)	-898.056,62	-652,28	-534.861,51	-388,48	-517.176,94	-375,64	-1.950.095,08	**-1.416,40**	-1.990.995,30
(Boden-) **Aushubmaterial**	-3.956.130,83	-2.872,70	-3.439.019,08	-2.497,84	-1.720.996,25	-1.250,00	-9.115.146,16	**-6.620,54**	→ **-9.306.327,63**
Ergebnisse Vgl. BRIO (1996)=> (vgl. Mittelwerte/Bandbreiten - § 99 für Baumaterialien & § 100 für Bodenmaterial - bezogen auf 1996 - Vgl.Werte nur pro/Einw. aussagekräftig)									
GESAMT (ohne Aushub)	-0,8Mio bis -2Mio	-950	-0,5Mio bis '-0,9Mio	-550	-0,55M.bis'-0,75M.	-470	-1,8Mio bis '-3,6Mio	-1900	-1,8Mio bis '-3,6Mio
(Boden-) **Aushubmaterial**	-1600000	-1200	-1500000	-1100	-1,1M. bis '-2,3M.	-800 bis '-1700	-4,2M. bis:-5,4M.	-3000 bis '-3900	-4,2M. bis:-5,4M.
Bevölkerung OÖ 2001' nach zentralem Melderegister:	1.376.797								
Bevölkerung OÖ 2006' nach zentralem Melderegister:	1406.674								

Bodenmaterial/Aushub: selben Mittelwerte für Input wie für Output bei Hochbau nach BRIO (96')

Output Σ Hochbau (Wohnbau+sonst. Hochbau) Materialien (Fraktionen)	kg/Einw.a.
min. Bauschutt Σ (inkl.Lehm&Gips)	-575,98
Betonabbruch	-325,58
Asphaltaufbruch	-0,65
Abbruchholz (behandelt&unbehandelt)	-61,21
Flachglas , etc.	-6,99
Kunststoffabfälle	-0,82
Metallschrott	-8,74
Dämmstoffe (Mineralfasern)	-21,46
Sonst.Bauabfälle (Baustellenabfälle)	-2,75
Verpack. (Holzpaletten,Plastiksäcke,etc)	-36,57
GESAMT (ohne Aushub)	-1.040,76
(Boden-) **Aushubmaterial**	-5.370,54

Anfallender Bodenaushub auf Basis der Werte im Bayrischen WohnNeuBau (vgl. Studie 'Baustoffströme in Bayern (2005)) um einiges höher als nach BRIO 96', restl. Baumaterial innerhalb der Bandbreiten der Studie BRIO 96' & BRIO-R 99' !!!

-4.598.053,03 t Boden-/Aushubmaterial aus ges. Hoch-/Tiefbau in OÖ (=-9306327,63t +4708274,6t Input/Verfüllungsmaterial)

A.8. Projection of the potential annual demolition waste masses for Upper Austrian's provincial capital Linz, based on a survey of demolition records, having been collected by the provincial government during 2006

(A.8. Hochrechnung des potentiellen jährlichen Abbruchvolumens für die Stadtgemeinde Linz basierend auf einer Auswertung von Abbruchanzeigen und Abbruchbewilligungen, welche der Umweltrechtsabteilung für das Kalender Jahr 2006 übermittelt wurden.**)**

Aus Datenschutzgründen sind im Folgenden nur die kumulierten Mengen je Fraktion, nicht aber die Einzelauswertungen angeführt.

(Concrete) "Betonabbruch" (SN 31427)

Verbleib der BRM	Masse in Tonnen Stadt **Linz**		[ΣÖff./Gesch.Geb.) / 6] * [6 + 9]		
Wiedereinbau	21.078,00	t/a.			
Recyling	10.153,03	t/a.			
Sortieranlage		t/a.			
ZW-Lager	1.101,00	t/a.			
Deponie	9,00	t/a.			
Ents.(stoffl./therm.Verw.)		t/a.			
("unbekannt")	599,80	t/a.			
ΣΣ Geb. mit BRM-NW in Linz (alle Gebäudearten)	ΣΣ 32.940,83	t/a.	ΣΣ	59.081,07	0,376455 t/E.a.
Σ Öff./Geschäfts.Geb.	3.736,60	t/a.		9.341,50	0,903493 m³/E.a. (BRI)
Σ Wohngeb. & Garagen	**3.539,86**	**t/a.**		**8.063,01**	
Σ sonst. Objekte	23.874,07	t/a.		46.156,54	=> untere Schranke:
Σ div. Teilabbrüche	630,00	t/a.		1.575,00	**69.081,07 ΣΣ t/a in Linz**
Σ nicht näher def. Geb	1.160,30	t/a.		3.945,02	

Einwohner n.Volkszählung 01':
OÖ: 1.376.797 Ew
Linz: 183.504 Ew
=> t/E.a. = Tonnage/183.504

ΣΣ alle Abbr. (Geb.mit BRM-NW) (Ton./Jahr) t/a. | *Objekte in Linz & Geb. wo BRM-NW fehlt)* (Ton./Ew/Jr.) t/E.a. | Dichte: 2,4t/m³

Hochrechnung f.ganz OÖ: untere Schranke
-alle Gebäudearten **518.302,65 t/a.** in **OÖ**
-Wohngeb. & Garagen 60.495,32
=>Wohnbau_OÖ n i c h t aussagekräftig,da Anteil Wohnbau inLinz **unter OÖ-Ø**,wo Wohnbau 2/3v.Σ Hochbau.

(Excavation Material / spoil) "Bodenaushub" (SN 31 -411, -424, -423)

bei **Abbr.Aktivitäten** allgemein sowie insbes. im Stadtgebiet = **kaum Anfall v. Aushubmaterial**.
Oft Aushubmaterial vermengt mit anderen BRM wie min.Bauschutt, welcher dann als Bauschutt gewertet;
(Ausgewiesener Anteil Boden- bzw. Erdaushub auch bei restl. OÖ Gemeinden mit BRM-NW sehr gering: nur bei 3 von 17 Abbr.Akten der restl. OÖ Gem. = insges. 439t Bodenaushub nachgewiesen)

[(Σwohngeb. & Garagen.) / 18] * [18 + 23]

Verbleib der BRM	Masse in Tonnen Stadt **Linz**		ΣΣ alle Abbr.Objekte in Linz (Geb.mit BRM-NW & Geb. w/o BRM-NW/ehlt)	
Wiedereinbau		t/a.		
Recyling		t/a.		
Sortieranlage		t/a.		
ZW-Lager		t/a.		
Deponie	210,00	t/a.		
Ents.(stoffl./therm.Verw.)	145,37	t/a.		
("unbekannt")		t/a.		
ΣΣ Geb. mit BRM-NW in Linz (alle Gebäudearten)	355,37	t/a. ΣΣ	(Ton./Jahr) t/a. 687,05	(Ton./Ew./J) t/E.a. 0,003744 t/E.a.~ Dichte: 1,7t/m³
Σ Öff./Geschäfts.Geb.	0,00	t/a.	0,00	0,00636489 m³/E.a. (BRI)
Σ Wohngeb. & Garagen	**0,00**	**t/a.**	**0,00**	
Σ sonst. Objekte	355,37	t/a.	687,05	=> untere Schranke:
Σ div. Teilabbrüche	0,00	t/a.	0,00	**687,05 ΣΣ t/a in Linz**
Σ nicht näher def. Geb.	0,00	t/a.	0,00	

Hochrechnung f.ganz OÖ: untere Schranke
kaum aussagekräftig!! **5.154,80 t/a.** in **C**

(Road demolition waste) "Asphaltaufbruch" (SN 54912)

- fällt hauptsächlich im Tiefbau, im Hochbau jedoch prinipiell nur geringfügig an!

[(Σsonst. Objekte) / 15] * [15 + 14]

Verbleib der BRM	Masse in Tonnen Stadt **Linz**		ΣΣ alle Abbr.Objekte in Linz (Geb.mit BRM-NW & Geb. w/o BRM-NW/ehlt)	
Wiedereinbau	1.000,00	t/a.		
Recyling	747,40	t/a.		
Sortieranlage		t/a.		
ZW-Lager		t/a.		
Deponie		t/a.		
Ents.(stoffl./therm.Verw.)		t/a.		
("unbekannt")	11,25	t/a.		
ΣΣ Geb. mit BRM-NW in Linz (alle Gebäudearten)	1.758,65	t/a. ΣΣ	(Ton./Jahr) t/a. 3.706,77	(Ton./Ew./J) t/E.a. 0,020200 t/E.a. Dichte: 2,1t/m³
Σ Öff./Geschäfts.Geb.	541,25	t/a.	1.353,13	0,042420 m³/E.a. (BRI)
Σ Wohngeb. & Garagen	**0,00**	**t/a.**	**0,00**	
Σ sonst. Objekte	1.217,40	t/a.	2.353,64	=> untere Schranke:
Σ div. Teilabbrüche	0,00	t/a.	0,00	**3.706,77 ΣΣ t/a in Linz**
Σ nicht näher def. Geb.	0,00	t/a.	0,00	

Hochrechnung f.ganz OÖ: untere Schranke
kaum aussagekräftig!! **27.811,18 t/a.** in **OO**

(Timber waste) "Abbruch Holz" (SN 17 -202, -208, -209, -115)

[(Σdiv. Teilabbr.) / 2] * [2 + 3]

Verbleib der BRM	Masse in Tonnen Stadt **Linz**				
Wiedereinbau		t/a.			
Recyling	116,35	t/a.			
Sortieranlage	82,69	t/a.			
ZW-Lager	15,95	t/a.			
Deponie		t/a.			
Ents.(stoffl./therm.Verw.)	295,52	t/a.		***ΣΣ alle Abbr.Objekte in Linz***	
("unbekannt")	51,55	t/a.		*(Geb.mit BRM-NW' & Geb. wo BRM-NW' fehlt)*	
ΣΣ Geb. mit BRM-NW in Linz (alle Gebäudearten)	562,06	t/a.	**ΣΣ**	*(Ton./Klahr)* **t/a.** **1.310,84**	*(Ton./Ew/Ev.)* **t/E.a.** **0,007143 t/E.a.** Dichte: 0,9t/m³
Σ Öff./Geschäfts.Geb.	72,81	t/a.		182,03	0,006429 m³/E.a. (BRI)
Σ Wohngeb. & Garagen	**109,21**	**t/a.**		**248,76**	
Σ sonst. Objekte	280,96	t/a.		543,19	=> *untere Schranke:*
Σ div. Teilabbrüche	0,00	t/a.		*0,00*	**1.310,84 ΣΣ t/a in Linz**
Σ nicht näher def. Geb.	99,08	t/a.		336,87	

Hochrechnung f.ganz OÖ:	untere Schranke
-alle Gebäudearten	**9.835,01 t/a.** in **OÖ**
-Wohngeb. & Garagen	1.866,37 t/a.

=>Wohnbau_OÖ n i c h t aussagekräftig,da Anteil Wohnbau inLinz **unter OÖ-Ø**,wo Wohnbau 2/3v.Σ Hochbau.

(Metal) "Metalle" (SN 35 -103, -302, -304, -310, -314, -315)

[(Σnicht näher def. Geb.) / 5] * [5 + 12]

Verbleib der BRM	Masse in Tonnen Stadt **Linz**				
Wiedereinbau		t/a.			
Recyling	219,32	t/a.			
Sortieranlage	10,22	t/a.			
ZW-Lager	67,23	t/a.			
Deponie		t/a.			
Ents./ Rohstoffhandel	73,74	t/a.		***ΣΣ alle Abbr.Objekte in Linz***	
("unbekannt")	11,88	t/a.		*(Geb.mit BRM-NW' & Geb. wo BRM-NW' fehlt)*	
ΣΣ Geb. mit BRM-NW in Linz (alle Gebäudearten)	382,39	t/a.	**ΣΣ**	*(Ton./Klahr)* **t/a.** **775,73**	*(Ton./Ew/Ev.)* **t/E.a.** **0,004227 t/E.a.** Dichte: 7,8t/m³
Σ Öff./Geschäfts.Geb.	32,38	t/a.		80,95	0,032973 m³/E.a. (BRI)
Σ Wohngeb. & Garagen	**13,70**	**t/a.**		**31,21**	
Σ sonst. Objekte	324,80	t/a.		627,95	=> *untere Schranke:*
Σ div. Teilabbrüche	3,90	t/a.		9,75	**775,73 ΣΣ t/a in Linz**
Σ nicht näher def. Geb.	7,61	t/a.		25,87	

Hochrechnung f.ganz OÖ:	untere Schranke
kaum aussagekräftig!!	**5.820,13 t/a.** in **OÖ**

(Plastic) "Kunststoffbauteile" (SN 571xx)
keine Mengenangaben in den Brm-Nachweisen;

(Demolition waste from construction sites) "Baustellenabfälle"
(SN 91 -101, -104, -201, -206; SN 55 -513, -906; SN 18718)

Verbleib der BRM	Masse in Tonnen Stadt **Linz**			
Wiedereinbau		t/a.		
Recyling		t/a.		
Sortieranlage	246,89	t/a.		
ZW-Lager	28,50	t/a.		
Deponie	10,20	t/a.		
Ents.(stoffl./therm.Verw.)	90,78	t/a.	***ΣΣ alle Abbr.Objekte in Linz***	
("unbekannt")	36,30	t/a.	*(Geb.mit BRM-NW' & Geb. wo BRM-NW' fehlt)*	
ΣΣ Geb. mit BRM-NW in Linz (alle Gebäudearten)	412,67	t/a. ΣΣ	*(Ton./Jahr)* **t/a.** 883,08	*(Ton./Ew.i.J.)* **t/E.a.** 0,004812 t/E.a. Dichte: 1,5t/m³
Σ Öff./Geschäfts.Geb.	21,78	t/a.	54,45	0,007218 m³/E.a. (BRI)
Σ Wohngeb. & Garagen	**64,55**	**t/a.**	**147,03**	
Σ sonst. Objekte	284,34	t/a.	549,72	=> *untere Schranke:*
Σ div. Teilabbrüche	12,14	t/a.	30,35	**883,08 ΣΣ t/a in Linz**
Σ nicht näher def. Geb.	29,86	t/a.	101,52	

Hochrechnung f.ganz OÖ:	untere Schranke
kaum aussagekräftig!!	**6.625,58 t/a.** in **OÖ**

(Building debris - non contaminated) "Bauschutt" (SN 31- 409, -412)

Verbleib der BRM	Masse in Tonnen Stadt **Linz**			
Wiedereinbau	1.500,00	t/a.		
Recyling	11.639,10	t/a.		
Sortieranlage		t/a.		
ZW-Lager	2.029,88	t/a.		
Deponie	48,00	t/a.		
Ents.(stoffl./therm.Verw.)	497,10	t/a.	***ΣΣ alle Abbr.Objekte in Linz***	
("unbekannt")	401,77	t/a.	*(Geb.mit BRM-NW' & Geb. wo BRM-NW' fehlt)*	
ΣΣ Geb. mit BRM-NW in Linz (alle Gebäudearten)	16.115,85	t/a. ΣΣ	*(Ton./Jahr)* **t/a.** 39.382,47	*(Ton./Ew.i.J.)* **t/E.a.** 0,214614 t/E.a. Dichte: 2,0t/m³
Σ Öff./Geschäfts.Geb.	1.743,23	t/a.	4.358,08	0,429227 m³/E.a. (BRI)
Σ Wohngeb. & Garagen	**3.158,22**	**t/a.**	**7.193,72**	
Σ sonst. Objekte	6.634,97	t/a.	12.827,61	=> *untere Schranke:*
Σ div. Teilabbrüche	630,00	t/a.	1.575,00	**39.382,47 ΣΣ t/a in Linz**
Σ nicht näher def. Geb	3.949,43	t/a.	13.428,06	

Hochrechnung f.ganz OÖ:	untere Schranke
-alle Gebäudearten	**295.479,47 t/a.** in **OÖ**
-Wohngeb. & Garagen	53.973,19 t/a.

=>Wohnbau_OÖ n i c h t aussagekräftig, da Anteil Wohnbau in Linz **unter OÖ-Ø**, wo Wohnbau 2/3v.Σ Hochbau.

⇨ Fraktionen gem. Bauschutt-Vo. *BGB II (259/1991)*

(Glass) Glas (SN 31408)

keine Mengenangaben in den Brm-Nachweisen;

(Bioorganic waste) biogene Abfälle (keine eigene SN)

keine Mengenangaben in den Brm-Nachweisen;

(Building debris - contaminated) "gef. Abfälle wie Asbest", Asbestzement(-Staub), Lacke...

(keine eigene SN - 31xxx) - Eternit als verunr. Bauschutt (mit Asbest SN 31412)

Verbleib der BRM	Masse in Tonnen Stadt **Linz**				
Wiedereinbau		t/a.			
Recyling		t/a.			
Sortieranlage		t/a.			
ZW-Lager	6,70	t/a.			
Deponie	22,50	t/a.			
Ents.(stoffl./therm.Verw.)	11,76	t/a.		ΣΣ alle Abbr.Objekte in Linz	
("unbekannt")	23,14	t/a.		(Geb.mit BRM-NW' & Geb. wo BRM-NW' fehlt)	
ΣΣ Geb. mit BRM-NW in Linz (alle Gebäudearten)	64,10	t/a.	ΣΣ	(Ton./Jahr) t/a. **174,45**	(Ton./Ew.i.J.) t/E.a. **0,000951 t/E.a.** Dichte: 2,0t/m³
Σ Öff./Geschäfts.Geb.	25,40	t/a.		63,50	0,001901 m³/E.a. (BRI)
Σ Wohngeb. & Garagen	**2,24**	t/a.		**5,10**	
Σ sonst. Objekte	11,76	t/a.		22,74	=> untere Schranke:
Σ div. Teilabbrüche	0,96	t/a.		2,40	**174,45** ΣΣ t/a in **Linz**
Σ nicht näher def. Geb.	23,74	t/a.		80,72	

Dichte für asbesthaltigen Bauschutt wie bei norm. min. Bauschutt

Hochrechnung f.ganz OÖ: **kaum aussagekräftig!!**	untere Schranke **1.308,90 t/a.** in **OO**

Da Verpackungsmaterial nirgends explizit angführt wurde, wird auf eine eigene Tab. für d. Fraktion verzichtet!