

Dr.-Ing. Guntram Kohler
Herausgeber

Recyclingpraxis Baustoffe

3., aktualisierte und
erweiterte Auflage

Verlag TÜV Rheinland



Inhalt

	Vorwort	5
1	Kreislaufwirtschaft Bau: Anforderungen, Mittel, Lösungswege	17
1.1	Einleitung	17
1.2	Über allem: Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz	18
1.3	Die Herausforderung: Sorten, Mengen, Gesetze	23
1.4	Das Ziel: Kreisläufe schließen	27
1.5	Der Weg: Qualität	31
1.6	Markt- und Technologie-Entwicklung	34
1.7	Geordneter Rückbau und Wiederverwertung durch Kreislaufwirtschaftsträger Bau (KWTB)	37
1.8	Zielfestlegungen zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Bauabfällen	44
1.9	Entsorgungsfachbetriebe und Entsorger gemeinschaften	46
1.10	Chancen für qualifizierte Fachbetriebe	48
1.11	Quellenverzeichnis zu 1	48
2	Rechtliche Grundlagen	51
2.1	Einleitung Grundkonzeption des Kreislaufwirtschafts-/ Abfallgesetz (KrW-/AbfG)	51
2.2	Der neue Abfallbegriff (§ 3 KrW-/AbfG)	53
2.2.1	§ 3 Abs. 1 KrW-/AbfG – Abfallbegriff	54
2.2.2	§ 3 Abs. 2-4 KrW-/AbfG – Entledigung	54
2.2.3	Dauer der Abfalleigenschaft	56
2.3	Neue Verantwortungshierarchien: Private als Träger der Abfallentsorgung	57
2.3.1	Grundpflichten der Abfallverursacher zur eigenverantwortlichen Entsorgung	57

2.3.2	Aufgaben der öffentlichen Entsorgungsträger
2.3.3	Abfallentsorgung durch Dritte/Beleihung/ Verbände/Selbstverwaltungskörperschaften
2.4	Perspektiven für die Entsorgungsstrukturen
2.5	Produktverantwortung
2.6	Änderung des § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG und der 4. BImSchV
2.7	Genehmigungsbedürftigkeit von mobilen Recyclinganlagen
2.8	Untergesetzliches Regelwerk zum Kreislauf- wirtschafts- und Abfallgesetz
2.9	Einordnung von Abfällen aus der Bauwirtschaft in die „Bestimmungsverordnungen“
2.9.1	Verordnung zur Einführung des Europäischen Abfallkataloges
2.9.2	Verordnungen zur Bestimmung der Überwachungsbedürftigkeit von Abfällen
2.9.2.1	Verordnung zur Bestimmung besonders über- wachungsbedürftiger Abfälle
2.9.2.2	Verordnung zur Bestimmung überwachungs- bedürftiger Abfälle zur Verwertung
2.9.2.3	Nicht überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung
2.10	Konsequenzen der Einordnung
2.10.1.	Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise
2.10.2	Verordnung zur Transportgenehmigung
2.10.3	Verordnung über Abfallwirtschaftskonzepte und Abfallbilanzen
2.11	Entsorgung über Entsorgungsfachbetriebe
2.11.1	Eckpunkte der Entsorgungsfachbetriebs- verordnung
2.11.2	Auswirkungen der Entsorgerfachbetriebs- bezeichnung für die Praxis
2.11.3	Richtlinie für die Tätigkeit und Anerkennung von Entsorgergemeinschaften
2.12	Quellenverzeichnis zu 2
3	Genehmigungsverfahren für Anlagen zur Aufbereitung gebrauchter Baustoffe
3.1	Einführung
3.2	Genehmigungserfordernis
3.3	Genehmigungsumfang und Konzentrationswirkung

Genehmigungsvoraussetzungen	99
Einzelheiten des Genehmigungsverfahrens	105
Quellenverzeichnis zu 3	112
Technik der Aufbereitung	115
Aufgabenstellung	115
Brech- und Siebanlagen zur Aufbereitung von Bauschutt	117
Anlagenkonzepte	118
Aufbereitungsaggregate	118
Zusammenstellung der Aggregate	121
Einfache mobile Aufbereitungsanlage	122
Semimobile Bauschuttaufbereitungsanlage	124
Stationäre Aufbereitungsanlage	126
Zweistufige, stationäre Aufbereitungsanlage	130
Einsatzgebiete und Auswahlkriterien	133
Rahmenbedingungen und Infrastruktur	138
Investitionsbeispiel	141
Betriebskosten von Bauschuttaufbereitungs- anlagen	142
Sortieranlagen	146
Anlagenkonzepte	146
Auswahlkriterien und Einsatzgebiete	148
Semimobile Sortieranlagen	150
Stationäre Sortieranlagen	150
Sichteranlagen	153
Sortierroboter	155
Rahmenbedingungen und Infrastruktur	158
Investitions- und Ausführungsbeispiel	159
Kombinationsanlagen zur Aufbereitung von Bauschutt und Baumischabfällen	160
Anlagenkonzepte	160
Kombianlage mit einem Aufgabebunker	160
Kombianlage mit zwei getrennten Aufgabebunkern	164
Einsatzmöglichkeiten von Kombinationsanlagen	166
Investitionsbeispiel	167
Erweiterte Aufbereitungstechnik	168
Ziele und Möglichkeiten	168
Dichtentrennung	168
Beispiel: Aufbereitung von Großplatten	171
Ausblick	174
Beispiel für ein komplexes Baustoffaufbereitungs- zentrum	175

4.7	Anlagen zur Altholzaufbereitung	177
4.7.1	Ziel der Aufbereitung	177
4.7.2	Hauptausrüstungen	178
4.7.2.1	Zerkleinerungsmaschinen	178
4.7.2.2	Klassiermaschinen	179
4.7.2.3	Fördertechnik	180
4.7.2.4	Sortiertechnik	180
4.7.3	Anlagenkonzepte	181
4.8	Quellenverzeichnis zu 4	183
5	Stofftechnik	185
5.1	Anforderungen an die Baustoffe	185
5.2	Recyclinggerechte Baustoffherstellung	187
5.2.1	Gewinnung	187
5.2.2	Anlieferung	187
5.2.3	Eingangskontrolle	190
5.2.4	Aufbereitung	196
5.2.5	Lagerung	196
5.3	Umwelttechnische Beurteilung	201
5.3.1	Zur Entwicklung	201
5.3.2	Pragmatisches Beurteilungssystem	203
5.3.3	Bundesweites Beurteilungssystem	211
5.4	Anwendung im Straßenbau	223
5.4.1	Allgemeines zum Einsatz	223
5.4.2	Straßenbau-Vorschriftensystem / Güteüberwachung	225
5.4.3	Qualifizierte Bauweisen im Straßen- und Tiefbau	238
5.4.3.1	Frostschutz- und Schottertragschichten	238
5.4.3.2	Baustoffe für Straßen-, Wege- und Tiefbau	239
5.4.3.3	Hydraulisch erhärtende Recycling-Baustoffe	240
5.4.3.3.1	Verfestigung	243
5.4.3.3.2	Hydraulisch gebundene Tragschichten	246
5.4.3.3.3	Selbsterhärtende Tragschichten	247
5.4.3.4	Bituminöse RC-Baustoffe	250
5.4.3.4.1	Asphalt	250
5.4.3.4.2	Teerhaltiger Straßenaufbruch	253
5.4.4	Quellenverzeichnis zu Abschnitt 5.1 bis 5.4	256
5.5	Beton / Betonwaren	261
5.5.1	Zum Einsatz von Beton- und Ziegelsplittgranulaten	261
5.5.2	Ziegelsplittbeton	264
5.5.3	Betonsplittbeton	265
5.5.3.1	Frischbetoneigenschaften	265

2	Festbetoneigenschaften	266
	Regelungsbedarf für Betonrecyclate	269
	Betonwaren	272
	Aktueller Stand und Vorgehensweise	275
	Quellenverzeichnis zu Abschnitt 5.5	279
	Reststoffe der Bahnen	283
	Einführung	283
	Betonschwellen	284
	Altschotter	284
	Planumschutzschichten (PSS) aus	
	Mineralstoffgemisch	290
	Quellenverzeichnis zu Abschnitt 5.6	293
	Sportplatzbau/Bodensubstrate	295
	Verwendung von Recycling-Baustoffen im	
	Sportplatzbau	295
1	Aufbau/Vorschriften Sportflächen	295
	Möglichkeiten des Einsatzes von Bauschutt-	
	Recycling-Produkten	299
	Verwendung von Recycling-Baustoffen in	
	Bodensubstraten	301
	Quellenverzeichnis zu Abschnitt 5.7	305
	Beispiele für die Verwertung nichtmineralischer	
	Baustoffe	307
	Tendenzen und grundsätzliche Verwendungs-	
	möglichkeiten	307
	Verwertung von Holz	308
1	Definitionen	308
2	Aufkommen, Preise und Erlöse	309
3	Verwertungswege	310
4	Genehmigungsrechtliche Situation	313
5	Qualitätssicherung	314
	Verwertung von Kunststoffen	316
1	Verwertung von Kunststoff-Bodenbelägen	316
2	Verwertung von PVC-Dachbahnen	316
3	Verwertung von Elektrokabeln	316
4	Verwertung von Fensterprofilen	317
5	Verwertung von EPS im Tief- und Landschafts-	
	bau sowie als Zuschlag	317
	Quellenverzeichnis zu 5.8	318
	Der Markt	319
	Markt- und Mengenermittlung	319
	Basisdaten für die Anfallmengenermittlung	320

6.1.1.1	Landes- und bundesweite statistische Erhebungen
6.1.1.1.1	Bauschutt, Straßenaufbruch, Bodenaushub
6.1.1.1.2	Baustellenabfälle
6.1.1.2	Sonderfall Grabenaushub
6.1.1.3	Sonstige Planungsgrundlagen
6.1.2	Ermittlung des verfügbaren Mengenaufkommens
6.1.2.1	Standortvergleich
6.1.2.1.1	Ermittlung des Entsorgungsgrades
6.1.2.1.2	Allgemeine Bewertungskriterien
6.1.2.1.3	Bewertungskriterien für ländliche Regionen
6.1.2.2	Marktauswirkungen durch das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
6.1.3	Quantitative Betrachtung der Produktseite
6.1.4	Schonung von Ressourcen und Deponievolumen
6.1.4.1	Einsparung durch Aufbereitung von Baureststoffen
6.1.4.2	Einsparung durch die Errichtung einer Bodenbörse
6.2	Abschätzung der Bauschuttmengen in den neuen Bundesländern bis zum Jahr 2005
6.2.1	Vorbemerkungen
6.2.2	Forschungsansatz zur Abschätzung des Bauschuttanfalls in den neuen Bundesländern bis 2005
6.2.2.1	Rahmenbedingungen
6.2.2.1.1	Basisannahmen
6.2.2.1.2	Funktionsbereiche
6.2.2.1.3	Prognose der Bautätigkeit
6.2.2.2	Beschreibung der Berechnungsmethoden und -ansätze
6.2.3	Bestimmung des Bauschuttaufkommens in den neuen Bundesländern bis 2005
6.2.3.1	Wohnen
6.2.3.1.1	Bestandsaufnahme
6.2.3.1.2	Szenario zum Umfang von Abriß/Sanierung von Wohnungen
6.2.3.1.3	Technische Parameter
6.2.3.1.4	Bauschuttaufkommen
6.2.3.2	Wirtschaft
6.2.3.2.1	Bestandsaufnahme
6.2.3.2.2	Szenario zum Umfang von Abriß/Sanierung
6.2.3.2.3	Technische Parameter
6.2.3.2.4	Bauschuttaufkommen
6.2.3.3	Verkehr
6.2.3.3.1	Bestandsaufnahme
6.2.4	Schlußbemerkung
6.3	Marketing in der Baustoffaufbereitung
6.3.1	Märkte

6.3.1.1	Anlieferung/Annahme	361
6.3.1.2	Abholung/Verkauf	362
6.3.2	Auswahl der notwendigen Marketingstrategie	363
6.3.2.1	Analyse des Umfeldes	363
6.3.2.2	Position des Produktes Recyclingbaustoff im Markt	365
6.3.2.3	Lebenszyklus des Recyclingbaustoffes	367
6.3.2.4	Entwicklung der Absatzstrategie	369
6.3.2.5	Entwicklung der Investitionspläne	373
6.4	Quellenverzeichnis zu Kapitel 6	375
7	Kosten und Rentabilität des Baustoff-Recyclings	377
7.1	Einleitung	377
7.2	Investitionsbeurteilung als Prozeß	377
7.3	Markt- und Wettbewerbslage	378
7.4	Erlös- und Kostenbestimmung	378
7.5	Kostenplanung anhand von Regressionsanalysen	379
7.6	Entsorgungskosten als wichtigster Kostenbestandteil	386
7.7	Investitionsbeurteilung	387
7.7.1	Gewinnschwellen- und Deckungsbeitragsanalyse	387
7.7.2	Rentabilitätsrechnung	388
7.7.2.1	Grundsätzliches	388
7.7.2.2	Verfahren der Investitionsrechnung	389
7.7.2.2.1	Kapitalwertmethode	390
7.7.2.2.2	Interne Zinssatzmethode	392
7.8	Finanzplanung	394
7.8.1	Aufgabe und Inhalt der Finanzplanung	394
7.8.1.1	Kapitalbedarfsplanung	395
7.8.1.2	Liquiditätsplanung	396
7.9	Zusammenfassung	398
7.10	Quellenverzeichnis zu 7	399
8	Kreislaufgerechter Rückbau und Baustellenentsorgung	401
8.1	Kontrollierter Rückbau	401
8.2	Umweltgerechte Baustellenentsorgung	404
8.2.1	Ursachen für Bauteilkontaminierungen	404
8.2.2	Maßnahmen beim Abbruch	409
8.2.3	Indikatoren für eine Bauteilkontaminierung	411
8.3	Checkliste für Recycling, Rückbau und umweltgerechte Baustellenentsorgung	416
8.4	Quellenverzeichnis zu 8	420

9	Umwelt- und Qualitätsmanagement	423
9.1	Die Zusammenhänge zwischen Total Quality Management, Ökoaudit und Zertifizierung	423
9.2	Total Quality Management	431
9.2.1	Einführung in TQM	431
9.2.2	Merkmale	434
9.2.2.1	Führungsstil	434
9.2.2.2	Kundenorientierung	438
9.2.3	Methoden	439
9.2.3.1	Teamarbeit	439
9.2.3.2	Interner Kunde	441
9.2.3.3	Weiterführende Maßnahmen	441
9.2.4	Umsetzung von Konzepten	443
9.2.5	Weiterführende Literatur zum Thema TQM	445
9.3	Öko-Audit	447
9.3.1	Einleitung	447
9.3.2	Ziele des Öko-Audits	449
9.3.3	Durchführung eines Öko-Audits	450
9.3.4	Checkliste	454
9.3.5	Quellenverzeichnis zu 9.3	458
9.4	Zertifizierung von Betrieben zur Aufbereitung von Baureststoffen	459
9.4.1	Einleitung	459
9.4.2	Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen nach DIN EN ISO 9000 ff.	460
9.4.3	Zertifizierung nach der Entsorgungsfachbetriebsverordnung – EfbV	465
9.4.4	Quellenverzeichnis zu 9.4	469
9.5	Qualitätsmanagement und Entsorgungsfachbetrieb	471
9.5.1	Die Umsetzung der ISO-Norm 9001 in einem Betrieb der Baustoffrecycling-Branche	471
9.5.1.1	Unternehmensorganisation	472
9.5.1.2	Auftragsabwicklung	473
9.5.1.3	Produktüberwachung	475
9.5.1.4	Betriebsdatenerfassung	475
9.5.2	Erfahrungen im Umgang mit dem QM-/UM-System	477
9.5.2.1	Das Audit als Informationsinstrument	478
9.5.2.2	Das Qualitätsmanagementsystem in der Praxis	479
9.5.3	Vom Qualitätsmanagementsystem zum Entsorgungsfachbetrieb	480
9.5.3.1	Anforderungen an den Entsorgungsfachbetrieb	481
9.5.3.2	Der Weg zum Zertifikat	481
9.5.3.3	Alternative Entsorgungsgemeinschaft	483

9.5.4	Zusammenfassung	484
9.5.5	Quellenverzeichnis zu 9.5	484
9.6	Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Qualitäts- und Umweltmanagementsystemen	485
10	Verzeichnisse	489
10.1	Autorenverzeichnis	489
10.2	Baustoffrecycling-Verbände	493
10.2.1	Arbeitsgemeinschaft Kreislaufwirtschaftsträger Bau – KWTB	493
10.2.2	Bundesvereinigung Recycling Bau e.V., Bonn (ab 98 Berlin)	494
10.2.3	Bundesverband der Deutschen Recycling-Baustoff- Industrie e.V., Duisburg – BRB	494
10.2.4	Bundesüberwachungs- und -zertifizierungsverband Recycling-Baustoffe e.V. Duisburg, BÜV RB	496
10.2.5	Verband Deutscher Baustoff-Recycling- Unternehmen e.V., Bonn – VBR	498
10.2.6	Gütegemeinschaft Recycling-Baustoffe e.V., Bonn – RAL – Adresse siehe VBR	500
10.2.7	Bundesverband Baustoff-Aufbereiter e.V., Köln – BBA	500
10.2.8	Weitere Organisationen des Recycling- Baustoff-Gewerbes	500
10.3	Mitgliedsfirmen der Verbände	501
10.4	Anerkannte Prüfstellen für den Straßenbau nach RAP Stra zur Untersuchung von mineralischen Baustoffen und/oder Baustoffgemischen	549
10.5	Behörden und staatliche Ämter	567
10.5.1	Bundesbehörden	567
10.5.2	Länderbehörden	568
10.5.2.1	Baden-Württemberg	568
10.5.2.2	Bayern	569
10.5.2.3	Berlin	570
10.5.2.4	Brandenburg	571
10.5.2.5	Bremen	572
10.5.2.6	Hamburg	572
10.5.2.7	Hessen	572
10.5.2.8	Mecklenburg-Vorpommern	574
10.5.2.9	Niedersachsen	575
10.5.2.10	Nordrhein-Westfalen	576
10.5.2.11	Rheinland-Pfalz	578
10.5.2.12	Saarland	579

Inhalt

10.5.2.13	Sachsen	580
10.5.2.14	Sachsen-Anhalt	581
10.5.2.15	Schleswig-Holstein	582
10.5.2.16	Thüringen	582
10.5.3	Landratsämter/Kreisfreie Städte (Stadtkreise)	584
10.5.4	Statistisches Bundesamt/Statistische Landesämter	608
10.5.4.1	Statistisches Bundesamt	608
10.5.4.2	Statistische Landesämter	608
10.6	Hersteller- und Lieferantenverzeichnis	611
10.7	Verzeichnis der Managementsystem-Zertifizierer	623
11	Stichwortverzeichnis	629
12	Anzeigenanhang	639