Thiel • Thomé-Kozmiensky
Friedrich • Pretz • Quicker • Senk • Wotruba

MINERALISCHE NEBENPRODUKTE UND ABFÄLLE 5

– Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen –



TK

Stephanie Thiel • Elisabeth Thomé-Kozmiensky
Bernd Friedrich • Thomas Pretz • Peter Quicker
Dieter Georg Senk • Hermann Wotruba

Mineralische Nebenprodukte und Abfälle 5

– Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen –

TK

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.dnb.de abrufbar

Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky,
Bernd Friedrich, Thomas Pretz, Peter Quicker, Dieter Georg Senk, Hermann Wotruba (Hrsg.):

Mineralische Nebenprodukte und Abfälle 5
– Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen –

ISBN 978-3-944310-41-1 Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

Copyright: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc., Dr.-Ing. Stephanie Thiel
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH • Neuruppin 2018
Redaktion und Lektorat: Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Dr.-Ing. Olaf Holm, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc.
Erfassung und Layout: Claudia Naumann-Deppe, Janin Burbott-Seidel, Sandra Peters, Ginette Teske, Roland Richter, Cordula Müller, Gabi Spiegel
Druck: Universal Medien GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Inhaltsverzeichnis

Rechtliche Rahmenbedingungen

Entwicklungsstand Mantelverordnung
mit Schwerpunkt Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)
Jens Utermann 2

Ein Blick zurück nach vorn
– Anmerkungen zur Verwertung von mineralischen Abfällen –
Heinz-Ulrich Bertram 16

Die öffentlich-rechtliche und zivilrechtliche Haftung bei der Entsorgung von Bauabfällen im Verhältnis Behörde – Entsorgungspflichtiger – Entsorger
Andrea Versteyl 48

Verbesserungsbedarf des abfall- und vergaberechtlichen Rechtsrahmens für den Einsatz von mineralischen Ersatzbaustoffen
Gregor Franßen 62

Handlungsleitfaden HP14 für Abfallverbrennungsaschen
– Einstufung von Abfallverbrennungsaschen (HMV-Schlacke)
in das Europäische Abfallverzeichnis –
Carsten Spohn 74

Rückstände aus der Verbrennung von Abfällen

Behandlung von Carbonfaser-haltigen Abfällen in Hausmüllverbrennungsanlagen
– Zwischenergebnisse aus praktischen Untersuchungen im industriellen Maßstab –
Jan Stockschläder, Peter Quicker, Christopher Thiel, Michael Beckmann, Werner Baumann, Manuela Wexler, Dieter Stapf, Ralf Koralewska, Peter Baj und Michael Schindhelm 86

Thermo-Recycling: Effiziente Gewinnung von Wertstoffen aus der Trockenschlacke
Daniel Böni 106

Recycling von MVA-Asche: Metalle verwerten!
Rainer Bunge und Thomas Pohl 120

Industrieller Einsatz der elektrodynamischen Fragmentierung von Rostaschen in der KVA Fribourg, Schweiz
Alexander Weh 130

Aufbereitung von Teilströmen der Abfallverbrennungsasche zu hochwertigen Zuschlagstoffen und deren Einsatz als Recyclingprodukte in der Baustoffindustrie
Stefan Lübben, Verena Enzner und Olaf Holm 152

Rahmenbedingungen für den Einsatz von Hausmüllverbrennungsaschen im Bauwesen – Technische und umweltrelevante Regelungen –
Klaus Mesters 174

Verwertung der Feinfraktion von Abfallverbrennungsschlacke zur Rekultivierung von steilen Kalirückstandshalden
Arne Schmeisky, Michael Pühra und Silvia Niessing 198

Licht und Schatten: Conversion – ein neues Verfahren zur Aschebehandlung
Jörg Eckardt 210

Alternatives Flugaschebehandlungsverfahren: Kombinierte Pelletierung und thermische Behandlung von Flugaschen aus Abfallverbrennungsanlagen
Dominik Blasenbauer, Florian Huber und Johann Fellner 220

Nebenprodukte aus der Metallurgie

Verwertung von Nebenprodukten der Stahlherstellung vor dem Hintergrund nationaler und europäischer Entwicklungen in Politik und Rechtsetzung
Gerhard Endemann und Thorsten Thörner 240

Einfluss der Auslaugung auf die Oberfläche von Stahlwerksschlacken
Simone Neuhold, Daniel Höllen, Roland Pomberger, Dirk Mudersbach, Susanne Schüler und André van Zomeren 250

Verwendung von Stahlwerksschlacken in ungebundener Bauweise – Risiko- und Ressourcenvorsorge –
Michael Dohlen 264

Nachbehandlung von Stahlwerksschlacken und deren Verwertung als Klinkermaterial
Burkart Adamczyk, Katharina Schraut und Christian Adam 282

Praxisnahe Entwicklung neuer Produkte aus LD-Schlacke
David Algermissen 298

Thomasphosphat der zweiten Generation – Eine neue Entwicklung mit Potential –
Peter Drissen 310

Neue Ansätze zur Verwertung der Mineralik-Rückstände aus der Aluminium-Salzschlackenaufbereitung
Klaus Kiwitt 324

Lithium- und Kobalt-Rückgewinnung aus Elektrolichtbogenofenschlacken des Batterie-Recyclings
Lilian Peters, Claudia Schier und Bernd Friedrich 338

Bauabfälle

Auswirkungen der HP 14 Verordnung auf die Abbruch- und Recyclingwirtschaft aus österreichischer Sicht
Thomas M. Kasper und Julia Schimek 362

Verwendung von Recyclingbaustoffen aus aufbereiteten mineralischen Baurestmassen im Erdbau
Stefan Huber und Dirk Heyer 372

Recycling und Wiederverwendung bei der Sanierung von Infrastruktureinrichtungen am Beispiel der U-Bahnlinie U4 in Wien
Andreas Gassner, Jakob Lederer und Johann Fellner 392

Vergabe von Bauvorhaben im Rahmen öffentlicher Ausschreibungen unter besonderer Berücksichtigung von Recycling-Baustoffen
Angela Dageförde 408

Grobe Rezyklat-Körnungen aus Porenbetonbruch in geschäumten Mauerwerkselementen – eine nachhaltige Verwertungsstrategie
Frank Hlawatsch, Ricarda Küstermann und Jörg Kropp 422

Einsatz von Porenbeton- und Kalksandsteinbruch als bioaktivierte Funktionsschicht auf Deponiekörpern zur Oxidation von Methanausgasungen
Jan Küver 444

Aufbereitung und Verwertungsmöglichkeiten für feinkörnigen Bauschutt < 2 mm
Volker Thome, Sebastian Dittrich, Daniela Wolfram, Joseph Dörmann, Robin Gruna und Jochen Nühlen 454

Deponien

Deponiesituation in Deutschland: Engpässe, Restlaufzeiten und Planungen zum Neubau – Überblick über die Situation der Bundesländer –
Hartmut Haeming 472

Deponien für mineralische Abfälle – neue Rechtsprechung zur Alternativenprüfung, umfassende Klagerechte der Umweltverbände, Sicherheitsleistung –
Peter Kersandt 494

Deponieprojekte im Verfahren – vom Polylemma einer Planfeststellungsbehörde – Praxisbeispiele aus Niedersachsen –
Christina Freifrau von Mirbach 504

Erweiterung der Deponie Wiesloch und Anpassung an den Stand der Technik – Planfeststellungsverfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung –
Wolfgang Wesch und Annette Olbert-Withum 522

Süderweiterung der Zentraldeponie Hubbelrath
Jörg Piepers und Swen Chrszon 538

Vergleich von Entsorgungswegen für gefährliche Abfälle mit erhöhten wasserlöslichen Anteilen am Beispiel von Stäuben aus Abfallverbrennungsanlagen
Dittmar Lack, Annett Lindenau und Tobias Pinkse 556

Mineralische Reststoffe aus dem Rückbau von kerntechnischen Einrichtungen – Freigabe zur Deponierung –
Franz Borrmann 574

Emissionen von DK I Deponien unter Berücksichtigung der einschlägigen VDI-Richtlinie
Gerhard Rettenberger 584

Landfill Mining, eine Zukunftsaufgabe?
Alexander Feil und Thomas Pretz 594

Dank 605

Autorenverzeichnis 610

Inserentenverzeichnis 616

Schlagwortverzeichnis 620

Rückstände aus der Verbrennung von Abfällen

Treatment of Carbon Fibre-Containing Waste in Municipal Waste Incineration Plants

– Intermediate Results of Practical Studies on an Industrial Scale –

Jan Stockschläder, Peter Quicker, Christopher Thiel, Michael Beckmann, Werner Baumann, Manuela Wexler, Dieter Stapf, Ralf Koralewska, Peter Baj and Michael Schindhelm

The use of carbon fibre reinforced plastics has grown significantly in recent years. New areas of application are also constantly being developed. As a result of the increasing use, carbon fibre-containing waste is also increasing. Due to partially missing separate collection, carbon fibres can be introduced into municipal waste incinerators. Practical reports and laboratory tests show that carbon fibers require high dwell times and temperatures for complete destruction. In the case of unburned carbon fibers, both the plant technology and existing disposal pathways for the process-specific residues can be affected. Therefore, a review of the effects on plant engineering and occupational safety is necessary. This article presents the interim results of a large-scale co-incineration attempt of carbon fibre reinforced plastics in a municipal waste incineration plant.

Behandlung von Carbonfaser-haltigen Abfällen in Hausmüllverbrennungsanlagen

– Zwischenergebnisse aus praktischen Untersuchungen im industriellen Maßstab –

Jan Stockschläder, Peter Quicker, Christopher Thiel, Michael Beckmann, Werner Baumann, Manuela Wexler, Dieter Stapf, Ralf Koralewska, Peter Baj und Michael Schindhelm

1. Hintergrund 88
2. Projektansatz 89
3. Experimenteller Teil 90
3.1. Müllheizkraftwerk Coburg 90
3.2. Versuchsdurchführung 91
3.2.1. Zugabe des Materials 91
3.2.2. Feste Rückstände 92
3.2.3. Abgas 95
4. Ergebnisse 97
4.1. Feste Rückstände 98
4.2. Abgas 101
4.2.1. Partikelgitternetzsonde 101
4.2.2. Gravimetrische Staubmessung 102
5. Zusammenfassung und Ausblick 104
6. Literatur 105

Der Einsatz von Carbonfaser-verstärkten Kunststoffen (CFK) hat in den letzten Jahren stetig zugenommen, neue Einsatzgebiete wurden und werden erschlossen. Durch den steigenden Einsatz nimmt auch der Anfall Carbonfaser-haltiger Abfälle zu. Aufgrund stoffstromspezifischer Erfassungswege kann es zu einem Eintrag von CFK in Hausmüllverbrennungsanlagen kommen. Berichte aus der Praxis und Laboruntersuchungen zeigen, dass Carbonfasern hohe Verweilzeiten und Temperaturen für eine vollständige Zerstörung benötigen. Beim Austrag von unverbrannten Carbonfasern aus der Feuerung können sowohl die Anlagentechnik als auch vorhandene Entsorgungswege für die prozessspezifischen Rückstände beeinträchtigt werden. Aus diesen Gründen ist eine Prüfung der Auswirkungen auf Anlagentechnik und Arbeitsschutz notwendig. Im vorliegenden Beitrag werden die Zwischenergebnisse eines großtechnischen Mitverbrennungsversuches von CFK in einer Hausmüllverbrennungsanlage vorgestellt.

1. Hintergrund

Carbonfasern kommen im Alltag gewöhnlich in Form von Carbonfaser-verstärkten Kunststoffen (CFK) vor. Diese zeichnen sich durch eine sehr hohe mechanische Belastbarkeit bei gleichzeitig sehr geringem Gewicht aus. Zunächst vor allem im Bereich Luft- und Raumfahrt eingesetzt, wurde der Werkstoff in den letzten Jahren in weiteren Einsatzgebieten verwendet. Im Jahr 2017 wurden global etwa 115.000 Tonnen CFK genutzt. Bild 1 zeigt die relative Steigerung der Produktionsmengen für einzelne Anwendungsgebiete, mit dem Bezugsjahr 2011.

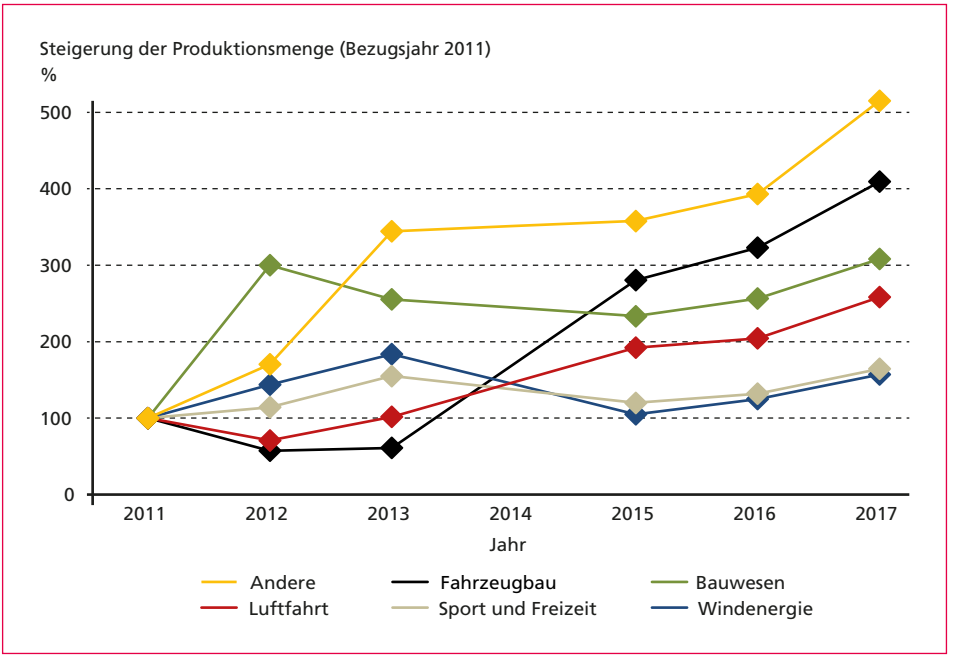


Bild 1: Entwicklung der Produktionsmengen von Carbonfaser-verstärkten Kunststoffen (CFK) nach Einsatzgebiet mit dem Bezugsjahr 2011

Quellen:

Kraus, T.; Kühnel, M.; Witten, E.: Composites-Marktbericht 2016. Aktualisierungsdatum: November 2016

Kühnel, M.; Kraus, T.; Witten, E.: Der Composites-Markt Europa: Marktentwicklungen, Herausforderungen und Chancen. Aktualisierungsdatum: 2015-09-21

Witten, E.; Jahn, B.: Composites-Marktbericht 2013

Witten, E.; Jahn, B.; Karl, D.: Composites-Marktbericht 2012. Aktualisierungsdatum: 2012-10-08

Witten, E.; Kraus, T.; Kühnel, M.: Composites-Marktbericht 2014

Witten, E.; Kraus, T.; Kühnel, M.: Composites-Marktbericht 2015

Witten, E.; Kraus, T.; Kühnel, M.: Composites-Marktbericht 2016

Witten, E.; Sauer, M.; Kühnel, M.: Composites-Marktbericht 2017

Die stetige Zunahme der Einsatzmenge führt zwangsläufig zu einer Zunahme des zu verarbeitenden Carbonfaser-haltigen Abfalls. Dieser sollte zunächst vorrangig einem Recycling zugeführt werden. Allerdings sind auf Grund der prozessimmanenten Verkürzung der Fasern Verfahren notwendig, mit denen jene Faserbestandteile, die stofflich nicht mehr weiter nutzbar sind, schadlos entsorgt werden können. Die energetische

Schlagwortverzeichnis

A

Abbruch- und Recyclingwirtschaft
  Auswirkungen der HP 14 Verordnung 368
Abdeckmaterialien 203
Abfälle
  Carbonfaser-haltige 87
  gefährliche 557
  mineralische 121, 510
Abfall-Ende 244
Abfallerzeugereigenschaft 49
Abfallrahmenrichtlinie 77
Abfallrecht
  Funktionsweisen 64 , 70
Abfallverbrennung 224
Abfallverbrennungsanlagen 176
Abfallverbrennungsaschen 75, 121, 153, 175, 205
Abfallverbrennungsflugasche 211, 226
Abfallverzeichnis 78
Abfallverzeichnisverordnung
  Novelle 370
Aktive Masse (AM) 340
Aktivierung von Material
  in kerntechnischen Anlagen 577
Akzeptanz 507
Alit 283
Alternativenprüfung 495
Aluminium 325
Aluminiumgranulat 329
Aluminiumoxid 325, 326
Aluminiumoxidprodukt 330
Ammoniumsulfat 330
Aquatoxizität 365
Artenschutzrecht 514
Aschebehandlung 211
Asphalt 155
Aufbauagglomeration 226
Aufsichtspflicht 53
Auf- und Einbringen von Materialien
  in den Boden
    nicht durchwurzelbarer Bodenbereich 5
Ausbauasphalt 40
Auslaugung 252
Ausschreibungen
  öffentliche 409
Ausschreibungen im Hochbau
  Berücksichtigung von RC-Material 417
Ausschreibungen im Tiefbau
  Berücksichtigung von RC-Material 412
Auswahlpflicht 53

B

Bakterien
  Methan-oxidierende 445
Batterie-Recycling 339
BauCycle 455
Bauschutt 455
Baustoff 121
Baustoff-Recyclingverordnung 368
Behandlung
  pyrometallurgische 340
Bergversatz 557, 562
Beschaffung
  strategische 410
Besorgnisgrundsatz 267
Beton 155
Bindemittel 428
Bio-Testung 365
Bodenerosion 10
Bundes-Bodenschutz- und
    Altlasten-verordnung (BBodSchV) 3

C

Carbonfasern 87
Chemikalien-, Produkt- und Abfallrecht
  Schnittstellenverbesserung 248
Chemikalienrecht 77
Chrom 252
CLP-Verordnung 78
Conversion-Verfahren 213

D

Deponie
  Hubbelrath 539
  Wiesloch 523
Deponien 595
  Klagerechte der Umweltverbände 495
  Rechtsprechung
    zur Alternativenprüfung 495
  Sicherheitsleistung 495
Deponiebau 76
Deponiebedarf 24
  in Deutschland 483
Deponieerweiterung 523, 541
Deponiegas 451, 585
Deponierückbau 595
Deponierung von Material
  aus kerntechnischen Anlagen 579
Deponiesituation
  in Deutschland 473
Deponieüberwachung 523

DK I-Kapazitäten
Bedarf 509
Dosis
radioaktive 578
Dünnschichtabdeckung 201

E

Effizienz 507
Einbaukataster 155
Einmischprognose 10
Einvernehmen 518
Einwirkungen
physikalische 5
Eisenhüttenschlacken 243
Elektrodenmaterial 341
Elektrolichtbogenofen 340
Elektronenstrahl-Mikrosonde (EMS) 252
Elektroofenschlacken (EOS) 252, 268
Eluatwert
methodenspezifischer 8
Emissionsermittlung 587
Enhanced Landfill Mining 595
Entsorgung in Salzbergwerken 563
Entsorgungspflichtige 49
Entsorgungssicherheit 483
Erdbau 181, 373
Erörterungstermin 511
Ersatzbaustoffe 157, 192, 266
Berücksichtigung bei
öffentlichen Baumaßnahmen 30
Verbesserungsbedarf
des Rechtsrahmens 63
Ersatzbaustoffverordnung 167, 246
Erweiterungsplanung einer Deponie 523
Erzeuger-/Besitzerhaftung 49
Expositionsszenarien 578
Extraktion
hydrometallurgische 340

F

Fachplanungsprivileg 517, 519
Flugaschen
aus Abfallverbrennungsanlagen 211, 221
Definition und rechtliche Grundlagen 223
Pelletierung 226
thermische Behandlung 224
Flurec-Verfahren 568
Frachten
zulässige 9
Fragmentierung
elektrodynamische 133

G

Gefährlichkeitskriterien 76
Geopolymere 456
Geruchsemissionen 585
Gesamtentwässerungssystem
einer Deponie 525
Glasabtrennung 169
Grobanalyse zur Alternativenprüfung 516

H

Haftung 49
Haldenabdeckung 203
Handlungsleitfaden HP14 75
Hausmüllverbrennungsaschen 75, 153, 175
Hintergrundwerte
2:1 Eluat 8
Hochbauleistungen
Anteil an Recycling-Material im Beton 417
HP 14 Verordnung
Auswirkungen auf die Abbruch-
und Recyclingwirtschaft 363
HP – hazard properties 76

I

Immobilisierung 566

K

Kalirückstandshalden 199
Kalksandstein 448
Kalksandsteinbruch 445
Kernenergie
Ausstieg 575
Kerntechnik-Anlagen
Freigabe von Material zur Deponierung 578
Stilllegung 576
Klagerechte der Umweltverbände 497
Klärschlamm 311
Klärschlammaschen 311
Kompensationsmaßnahmen 515
Kontamination von Material
in kerntechnischen Anlagen 577
Kosten/Nutzen-Abwägung 121
Kunststoffe
Carbonfaser-verstärkte (CFK) 87

L

LAGA-Mitteilung M20 20
Landfill Mining 595
  Leitfaden 597
Laugungsprozesse 252
LD-Schlacke 266, 283, 311
  Entwicklung neuer Produkte 299
  Möglichkeiten
    der Phosphorabreicherung 300
Lichtbogenofen 286
Lithium 339
Lithium-Ionen-Batterien 339

M

Mantelverordnung 3, 35, 157, 192, 246
  Konsequenzen 484
  Kostenerwartung und Umsetzung 490
  Verfahrensstand 488
Materialflussanalyse 394
Metallausbeuten 136
Metallqualität
  aus der Schlackenaufbereitung 111
Metallrückgewinnung 121
Methanemission 588
Methanmonooxygenase 447
Methanoxidation 450
Methan-oxidierende Bakterien (MOB) 445
Mineralmatrix 121
Mineralphasen 252
Mitverbrennungsversuche 91
Modellierungen
  hydrogeochemische 252
Multibarrierenkonzept 525
MVA-Flugasche 211, 221
  Sekundärrohstoff
    in der Zementerzeugung 212
MVA-Rostaschen 75, 121, 131, 153, 175, 205
MVA-Stäube 562

N

Nachbarschaft
  Öffentlichkeitsbeteiligung
    bei Deponieprojekten 506
Nachbarschaftsdialog 507
Nassaufbereitung 133
Nass- und Trockenschlacken-
  aufbereitungsanlagen
    Vergleich 116
Natriumbicarbonat 568
NE-Aufbereitung 114
Nebenprodukte der Stahlindustrie
  rechtliche und politische Entwicklungen 246
Neutralität
  der Planfeststellungsbehörde 508, 511
New Mine-Projekt 598
Niederdruckimpaktor
  elektrischer (ELPI) 96

O

Öffentlichkeitsbeteiligung 534
  frühe 511
  informelle 506
ökotoxisch 79, 363
ÖNORM S 2117 366
Oxidationsstufe 252
ozonschichtschädigend 364

P

Partikelgitternetzsonde 95
Pelletierung
  von Flugasche 225
Phasendiagramm 351
Phosphatdüngemittel 311
Photonenbeschuss 217
Planfeststellungsbehörde 505, 511
Planfeststellungsverfahren 505, 523, 552
Plangenehmigungsverfahren 505
Planum 183
Polylemma 505
Porenbeton 424, 446, 463
Porenbetonbruch 445
Porenbetongranulate 427
Porenbetonsteine 423
Porenleichtbeton 424
Portland-Zement-Klinker 333
Praxishilfe
  Einstufung
    von Abfallverbrennungsaschen 75
Presse 514
Pressearbeit 509
Primärrohstoff 121
Prioritätsgrundsatz 519
Prozesse
  pyrometallurgische 340
Prüf- und Maßnahmenwerte 10
puzzolane Eigenschaften 201
Pyrolyse 340
Pyrometallurgie 340

R

Recyclingbaustoffe 373, 409, 427
Regeleinstufung
von Abfallverbrennungsaschen 75
Regelwerke
technische 175
Regiebuch 513
Rekultivierung 199
Resorptionsverfügbarkeit 10
Reuse 396
Röntgen-Nahkanten-Absorptions-Spektroskopie 252
Rostaschen 75, 121, 131, 153, 175
Rückbau
von kerntechnischen Einrichtungen 575

S

Salzlagerstätten 570
Salzschlacke 326
Sanierung
von Infrastruktureinrichtungen 393
Sanierungsprojekt
U-Bahnlinie U4 in Wien 401
Schadstoffminderung
natürliche 10
Schaummörtel 429
Schieneninfrastrukturbauwerke
Lebensdauer 404
Schlackenaufbereitungsanlage
der ZAV Recycling AG 111
Schlackenwäsche 133
Schmelzsalz 326
Sekundär-Aluminium 326
Sekundärbaustoffe 266, 427
Sicherheitsleistung
für eine Deponie 499
Sickerwasser 585
Sortierverfahren 456
Spiegeleinträge 78
Stabilisierung 566
Städtebau
Belange 519
Stahlerzeugung
Verfahrensrouten 243
Verwertung von Nebenprodukten 241
wichtige Nebenprodukte 243
Stahlwerksschlacken 251, 266
Güteüberwachung 270
Verwertung als Klinkermaterial 283
Standortalternativenprüfung 515
Standortsuchprogramm 509
Stäube 557
aus der Abgasbehandlung 558
Staubemissionen 586
Staubmessung
gravimetrische 95
Straßenaufbruch
pechhaltiger 27, 40
Straßenbau 179

T

Technische Regelwerke 175
Thermo-Recycling 107
Thomasphosphat 308
Thomasschlacke 311
Tiefbaumaßnahmen
Einsatz von Recyclingmaterial 412
Tragschichten 155, 177
Trenntische 118
Trockenaustrag 109
Trockenschlacke
Gewinnung von Wertstoffen 107
Vor- und Nachteile 108

U

Umweltstandards 510
Umweltverbände 515
Klagerechte 497
Umweltverträglichkeit 177
Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) 505, 533
Umweltverträglichkeitsstudien 585
Untertagedeponien 562
Untertagedeponierung 564
Urban Mining 595

V

VDI-Richtlinie 3790 Blatt 2 585
Vegetationsversuche 311
Verantwortung
andauernde (Ewigkeitshaftung) 49
Verdichtbarkeit 375
Verdichtungskontrolle von RC-Baustoffen
direkte Prüfverfahren 382
indirekte Prüfverfahren 373
Verfestigung 565
Verfüllmaterial 177

Verfüllung 8, 76
Vergabe
von Bauvorhaben 409
Vergaberecht 67
Funktionsweise 70
Vergabe- und Vertragshandbücher 419
Vergabeverfahren
Beachtung abfallrechtlicher Vorgaben 67
Vollzug vergaberechtlicher Vorgaben 69
Verhandlungsleitung 514
Verkehrsflächenbefestigungen 183
Verkieselung 213
Versatz 76
Vertragsgestaltung 49
Vertragsrecht 49
Verwaltungshelfer 512, 514
Verwendungszweck 179
Verwitterungsprozesse 252
Vollzug
abfallrechtlicher Vorgaben 65
Vorsorgewerte 5

W

Walzzunder 243
Waschverfahren 158
Wasseraufbereitung 146
Wertstofffreisetzung 141
Wiederverwendung 393
Wirkungspfad 12
Boden-Mensch 266
Wissensdokumente 182

Z

Zementklinker 162, 283, 326
Zentraldeponie Hubbelrath 539
Ziegelbruch 448
Zuordnungswerte 192
Zuschlagskriterium
Anteil von Recycling-Material im Beton 418
Zuschlagstoffe 164
Zwischenabdichtung
bifunktionale 545