

16 Literatur

- AMIN, M., LEPOM, P. (1995): Stoffgruppenanalyse zur Charakterisierung des biologisch abbaubaren Anteils der organischen Substanz in Müllproben; in: Müll & Abfall 4/95, S. 242 - 250
- ANDREAS, L. (2000): Langzeitemissionsverhalten von Deponien für Siedlungsabfälle in den neuen Bundesländern; der Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften der Technischen Universität Dresden vorgelegte Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktor-Ingenieurs. Dresden, April 2000
- ANDREOTTOLA, G., CANNAS, P. (1992): Chemical and Biological Characteristics of Landfill Leachate; in: Landfilling of Waste: Leachate; Hrsg.: Christensen, Cossu, Stegmann; Elsevier Applied Science, London und New York
- BACCINI, P., BELEVI, H., LICHTENSTEIGER, T. (1992): Die Deponie in einer ökologisch orientierten Volkswirtschaft; in: GAIA 1/1992, pp. 34 - 49
- BELEVI, H., BACCINI, P. (1989): Longterm Behaviour of Municipal Solid Waste Landfills; Waste Management and Research 7, S. 483 - 499
- BARGHORN, M. et al. (1986): Bundesweite Hausmüllanalyse 1983 – 1985. BMFT Forschungsbericht 10303508 im Auftrag des BMU, Berlin 1986
- BAUER, W. P., KINDSMÜLLER, W., MEISINGER, S., ROSINGER, S. (1997): Infiltration von Sickerwasser – ein Weg zur Aktivierung der Deponie In: Müll und Abfall, 12/97, S. 758 - 761
- BAUMANN, T., SCHNEIDER, M. (1998): Dynamik des Wasserhaushalts von Hausmülldeponien. Entsorgungspraxis 3/1998, S. 45 - 49
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (1996): Vorhaben E9: Optimierung von biologischen Umsetzungsvorgängen in abgedichteten Deponien durch Reinfiltration von Sickerwasser. Schlußbericht, unveröffentlicht, Januar 1996
- BEAVEN, R.P. (1997): Hydraulic and Engineering Properties of Household Waste; in: Designing & Managing Sustainable Landfill, Conference Documentation, London UK, February 1997, organised by IBC UK Conferences Limited

- BELEVI, H., BACCINI, P. (1989): Longterm Behaviour of Municipal Solid Waste Landfills. Waste Management and Research 7, pp. 483 - 499
- BERTOLDI, M. DE, VALLINI, G. UND PERA, A. (1983): The Biology of Composting: A Review; in: Waste Management and Research 1, S. 157 - 176
- BIDLINGMAIER, W. (1983): Das Wesen der Kompostierung von Siedlungsabfällen; in: Schenkel, W., Hösel, G., Schnurer, H. (Hrsg.): Müll-Handbuch, Erich Schmidt Verlag, Berlin, KZ 5305
- BIDLINGMAIER, W. (1985): Biologische Grundlagen der Kompostierung;; in: Thomé-Kozmiensky (Hrsg.): Kompostierung von Abfällen, EF-Verlag, Berlin, pp. 7 - 23
- BIDLINGMAIER, W. (1990): Schwermetalle im Hausmüll, Stuttgarter Berichte zur Abfallwirtschaft, Band 42, Seite 120 ff
- BILITEWSKI, B. HEILMANN, A. (1994): Rotteverfahren als Alternative; in: Abwassertechnische Vereinigung (ATV) (Hrsg.): ATV Bundestagung 1994, Berichte der ATV e.V., Nr. 44, Hennef, 1994
- BLAKEY, N., BRADSHAW, K., KNOX, K. (1998): The Landfill 2000 Project – a Field Trial of Accelerated Waste Stabilisation. In: Third Swedish Landfill Research Symposia 1998, Lulea Tekniska Universitet, RVF Rapport 98:10
- BOTHMANN, P. (1997): Die Befeuchtung des Deponiekörpers zur Anregung der Gasproduktion - kritische Betrachtung; Deponiegasnutzung '97, Fachtagung, Erfahrungsaustausch an der FH Trier 3.-4.3.97, Tagungsband
- BRAMMER, F. (1995): Rückbau von Deponien - Möglichkeiten und Perspektiven; in: ZAF Seminar Heft 10, Mechanisch-biologische Behandlung von Abfällen, Braunschweig 1995
- BRAUN, R. (1982): Biogas - Methangärung organischer Abfallstoffe; Springer Verlag Wien, New York
- BRECHTEL, H.-M. (1984): Beeinflussung des Wasserhaushalts von Mülldeponien, Müllhandbuch, 5/84, 4623, S. 1 - 16
- BREH, W., HÖTZL, H. (2000): Langzeituntersuchungen zur Wirksamkeit des Oberflächenabdichtungssystems mit Kapillarsperre auf der Deponie Karlsruhe West - Ergebnisse, Schlußfolgerungen und Ausblick. In: Oberflächenabdichtungen von Deponien und

- Altlasten'99. Zeitgemäße Oberflächenabdichtungssysteme - ist die Regelabdichtung nach TA-Si noch zeitgemäß? (Hrsg.: T. Egloffstein, G. Burkhardt, K. Czurda), Erich Schmidt Verlag, Berlin, 143-166.
- BROCK, T.D. UND MADIGAN, M.T. (1991): Biology of Microorganisms, 6. Ausgabe, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey
- BUSWELL, A.M., SYMONS, G.E. (1933): The Methane Fermentation of Carbohydrates; J. Am. Chem. Soc. 55, p. 2028
- CAINE, M., CAMPBELL, D. VAN SANTEN, A. (1998): The Landfill Gas Timeline –The Brogborough Test Cells. In: Third Swedish Landfill Research Symposia 1998, Lulea Tekniska Universitet, RVF Rapport 98:10
- CERNAY, T. (1994): Mineralisierung und Humifizierung zur dauerhaften Einbindung abfallbürtiger Schadstoffe; in: Müllforum Freiburg (Hrsg.): Biologisch-mechanische Behandlung für Restabfälle und Altdeponien, Tagungsband zum Fachseminar Deponietechnik V, Freiburg, 22.10.1994
- CHUGH, S., CLARKE, W., NOPHARATNA, A., PULLAMMANAPPALLIL, P. UND RUDOLPH, V. (1995): Degradation of unsorted MSW by sequential batch anaerobic reactor; 5th International Landfill Symposium, Sardinia, October 1995, Proceedings Vol. I, pp 66 - 77
- CHRISTENSEN, T., KJELDSSEN, P. (1989): Basic Biochemical Processes in Landfills; Hrsg: Christensen, Cossu, Stegmann; Sanitary Landfilling Process, Technology and Environment Impact '89; Academic Press
- CORD-LANDWEHR, K. (1986): Stabilisierung von Mülldeponien durch eine Sickerwasserkreislauflührung. Veröffentlichungen des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, Heft 66, 1986
- CORD-LANDWEHR, K. (1988): Anaerobe Vorbehandlung bei Hausmülldeponien - Kreislaufführung und externe Reaktionen -. Zentrum für Abfallforschung, Technische Universität Braunschweig, Heft 3: Behandlung von Sickerwässern aus Abfalldeponien, Braunschweig 1988
- DALHEIMER, F. (1998): Untersuchungen zur großtechnischen Belüftung einer Abfallablagerung zur beschleunigten in situ Stabilisierung; Diplomarbeit an der TU Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Abfallwirtschaft, unveröffentlicht

- DEIPSER, A., POLLER, T., STEGMANN, R. (1991): Untersuchungen zum Verhalten von ausgewählten organischen Schadstoffen unter kontrollierten Deponiemilieubedingungen in Laborlysimetern. Abschlussbericht an die DFG vom Arbeitsbereich Abfallwirtschaft und Stadttechnik der TU Hamburg-Harburg
- DERNBACH, H. (1982): Versuche zur Abschätzung des Gaspotenzials einer Deponie anhand von Müllproben. In: Gas- und Wasserhaushalt von Mülldeponien, Internationale Fachtagung, Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen, Heft 33, Technische Universität Braunschweig
- DOE (1995): Landfill design construction and operational practice; Waste Management Paper 26B. HMSO 289 pp.
- DOEDENS, H. (1989): Möglichkeiten zur Minimierung der Sickerwassermengen. Entsorgungspraxis Spezial, Heft Nr. 9, 1989
- DREES, K.-T. (2000): Beschleunigter Stoffaustrag aus Reaktordeponien; Hrsg.: Dohmann, Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen: Abfall – Recycling – Altlasten, Bd. 23
- EGLOFFSTEIN, T., MARKWARDT, N. (2000): Ableitung eines Langzeit-Durchlässigkeitsmodells für nicht austrocknungssichere Bentonitmatten aus Aufgrabungsergebnissen der zurückliegenden Jahre. In: Oberflächenabdichtungen von Deponien und Altlasten'99. Zeitgemäße Oberflächenabdichtungssysteme - ist die Regelabdichtung nach TA-Si noch zeitgemäß? (Hrsg.: T. Egloffstein, G. Burkhardt, K. Czurda), Erich Schmidt Verlag, Berlin, 179-193.
- EHRIG, H.-J. (1980): Beitrag zum quantitativen und qualitativen Wasserhaushalt von Mülldeponien, Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen, TU Braunschweig, Heft 26, 2. erweiterte Auflage
- EHRIG, H.-J. (1986): Untersuchungen zur Gasproduktion aus Hausmüll; in: Müll und Abfall, Heft 5/1986
- EHRIG, H.-J. (1987): Überlegungen zur notwendigen Dauer von Kontrollmessungen bei Altablagerungen. Beitrag zum 2. Fachseminar des Zentrums für Abfallforschung (ZAF), TU Braunschweig
- EHRIG, H.-J. (1989): Sickerwasser aus Hausmülldeponien – Menge und Zusammensetzung. Müllhandbuch, KZ 4587, Erich Schmidt Verlag, Berlin

- EHRIG, H.-J. (1990): Sickerwassermenge und Qualität – Die Abhängigkeit von Deponietechnik und –alter, Entsorgungspraxis Spezial, 09/90
- EHRIG, H.-J., SCHEELHAASE, T (1995): BMBF-Statusbericht „Deponiekörper“, Teil 1; Hrsg.: Ehrig, Abfall- und Siedlungswasserwirtschaft, BUGH Wuppertal
- EHRIG, H.-J. (Wissenschaftlicher Leiter) (1997): Verbundvorhaben Deponiekörper, Tagungsband zum 2. Statusseminar am 4. und 5. Februar 1997 in Wuppertal, Herausgeber Umweltbundesamt, Projektträger Abfallwirtschaft und Altlastensanierung (PTAWAS)
- EHRIG, H.-J. (Wissenschaftlicher Leiter) (1997): SAV 3: Beprobung von Abfallstoffen in Deponiesimulations-reaktoren (DSR). In: Verbundvorhaben Deponiekörper, Tagungsband zum 2. Statusseminar am 4. und 5. Februar 1997 in Wuppertal, Herausgeber Umweltbundesamt, Projektträger Abfallwirtschaft und Altlastensanierung (PTAWAS), pp. 345 - 358.
- EHRIG, H.-J., STEGMANN, R. (2002): Beurteilungskriterien für die Entlassung von Deponien aus der Nachsorge. In: Stegmann, Rettenberger, Bidlingmaier, Ehrig (Hrsg.): Deponietechnik 2002, Hamburger Berichte 18, Verlag Abfall aktuell, S. 297 - 318
- ELLING, W. (1985): Probleme der Vorabschätzung von Sickerwasseremissionen; in: Ehrig, H.-J., Mennerich, A. (Hrsg.): Sickerwasser aus Mülldeponien – Einflüsse und Behandlung – Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen, TU Braunschweig, Heft 39, pp. 17 - 34
- FARQUHAR, G.J., ROVERS, F.A. (1973): Gas Production during Refuse Decomposition; Water, Air and Soil Pollution 2, 1973
- FIGUEROA, R. A. (1998): Gasemissionsverhalten abgedichteter Deponien. Untersuchungen zum Gastransport durch Oberflächenabdichtungen sowie zum mikrobiellen Abbau von Methan und FCKWs in Rekultivierungsschichten, Hamburger Berichte, Bd. 13, (Hrsg.: R. Stegmann), ISBN 3-87081-048-3, Economica Verlag, Bonn
- FÖRSTNER, U. (1989): Geochemical Processes in Landfills; in: Baccini, P. (Hrsg.): The Landfill, Springer Verlag
- FÖRSTNER, U. (1990): Umweltschutztechnik: eine Einführung; ISBN 3-540-52154-2, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York

- FRIMMEL, F.H., WEIS, M. (1988): Charakterisierung von polaren, höhermolekularen organischen Inhaltsstoffen aus Deponiesickerwasser; in: Vom Wasser, Bd. 77, Weinheim, VCH-Verlag
- GOTTSCHALL, R. (1984): Kompostierung; in: Schriftenreihe „Alternative Konzepte“, Bd. 45, Karlsruhe
- GOLUEKE, C.G. (1977): Biological Reclamation of Solid Waste; Rodale Press, Emmaus, Pennsylvania
- GRABBE, K. (1988): Der Kompostierungsprozeß in Abhängigkeit von biochemischen und mikrobiellen Einflußgrößen; in: Herstellung und Vermarktung von Komposten nach Gütekriterien, Haus der Technik, Essen, 04/88
- GREINER, B. (1985): Energie und Schadstoffe im Hausmüll – Folgerungen für Abfallbehandlungsanlagen. Müllhandbuch, Erich Schmidt Verlag, Berlin
- GRÜNEKLEE, C.E. (1993): Bedeutung der Huminstoffbildung für die biologische Restmüllstabilisierung; in: Wiemer, K., Kern, M. (Hrsg.): Biologische Abfallbehandlung, Reihe Abfallwirtschaft, Neues aus Forschung und Technik, Baeza Verlag, Witzenhausen, 1993, S. 905 - 925
- HANERT, H. (1991): Ökologische Regulationsmechanismen bei der Abfallbeseitigung in der Natur und ihre Übertragung auf die Aufbereitung fester Siedlungsabfälle vor der Deponierung – Alternanz-Verfahrenstechnik; in: Arbeitsgemeinschaft Müllkonzept ohne Verbrennung (Hrsg.): Kalte Restmüllbehandlung – eine realistische Alternative, Tagungsband zu einem Hearing in Ludwigsburg am 16.11.1991
- HAHN, J. (1989): Konzept für eine umweltfreundliche Entsorgung; in: Das bessere Müllkonzept, Nr. 7/1989, S. 21 - 32
- HANSSON, G., MOLIN, N. (1981): End Product Inhibition in Methane Fermentations: Effects of Carbon Dioxide and Methane on Methanogenic Bacteria; European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology 13, pp. 236 - 241 und pp. 242 - 247
- HARRIS, R.C., KNOX, K., WALKER, N. (1994): A strategy for the development of sustainable landfill design; Proceedings of the Institute of Waste Management, U.K. (January 1994, pp. 26 - 29

- HARTZ, K.E., HAM, R.K. (1983): Moisture level and movement effects on methane production rates in landfill samples; Waste Management & Research, 1983, Vol. 1, No. 2, pp. 139 - 145
- HENSSEN, D. (1992): Statusbericht biologische Restmüllbehandlung; in: Bergischer Abfallwirtschaftsverband (Hrsg.): Potential der alternativen Verfahren als Ergänzung oder Ersatz für die thermische Abfallbehandlung, Dokumentation einer Tagung vom 27.3.1992, Engelskirchen, S. 23 - 68
- HEERENKLAGE, J., STEGMANN, R. (1998): Theorie und Praxis. Testsysteme im Labormaßstab zur Simulation biologischer Abbauprozesse helfen bei der Optimierung von Verfahren. In: Müllmagazin, Fachzeitschrift für ökologische Abfallwirtschaft, Abfallvermeidung und Umweltvorsorge, Nummer 3/1998, 3. Quartal, S. 16 - 21
- HEYER, K.-U. (1992): Zum Stabilisierungsgrad von Feststoffen häuslicher Abfälle, Diplomarbeit an der TU Braunschweig, Institut für Siedlungswasserwirtschaft
- HEYER, K.-U., STEGMANN, R. (1997a): Langfristiges Gefährdungspotential und Deponieverhalten von Ablagerungen; Bericht zum Teilvorhaben TV 4 im BMBF-Verbundvorhaben „Deponiekörper“, Arbeitsbereich Abfallwirtschaft der TU Hamburg-Harburg, Projektträger PTAWAS (Umweltbundesamt Berlin)
- HEYER, K.-U., STEGMANN, R. (1997b): Landfilling of bottom ashes from incineration of municipal solid waste: a general survey; in: Sardinia'97, Sixth International Landfill Symposium, Proceedings, Volume V, S. 521 - 534
- HEYER, K.-U., HUPE, K., STEGMANN, R. (1999a): Sanierung der Altdeponie Amberg-Neumühle, Voruntersuchungen im August 1999 zur Überprüfung eines in situ Belüftungsverfahrens zur beschleunigten Stabilisierung und Gefahrenabwehr, Ergebnisbericht im Auftrag der Stadt Amberg
- HEYER, K.-U., HUPE, K., STEGMANN, R. (1999b): Untersuchungen zur beschleunigten aeroben in situ Stabilisierung der Deponie Milmersdorf, Ergebnisbericht im Auftrag des Deponiebetriebs des Landkreises Uckermark
- HEYER, K.-U., HUPE, K., STEGMANN, R. (2000): Erfahrungen und technische Umsetzung der in situ Belüftung von Deponien und Altablagerungen. In: Stegmann, Rettenberger, Bidlingmaier, Ehrig (Hrsg.): Deponietechnik 2000, Hamburger Berichte 16, Verlag Abfall aktuell, S. 241 - 258

- HOEKS, J. (1983): Significance of Biogas Production in Waste Tips, in: Waste Management and Research 1, pp. 323 - 335
- HOERING, K., BRINKMANN, U., EHRIG, H.-J., HEIM, M., HELFER, A. (1996): Anforderungen an und Bewertung von mechanisch-biologischen Behandlungsverfahren für die Ablagerung. In: BMBF-Verbundvorhaben Mechanisch-biologische Behandlung von zu deponierenden Abfällen, 1. Tagung, Potsdam, März 1996, S.143 - 160
- JÄGER, B. (1987): Technologie der Abfallbehandlung II, Biologische Verfahren; Vorlesungsscript einer Lehrveranstaltung an der TU Berlin
- JÄGER, B. (1989): Abfallverwertung in der Bundesrepublik Deutschland; Verfahren, Entwicklungstendenzen und neue Technologien in der kommunalen Abfallentsorgung. Bundesministerium für Forschung und Technologie, 1989
- JELINEK, D. (1999): Bau und Betrieb der Kapillarsperre auf der Altlast "Am Stempel", Landkreis Marburg-Biedenkopf. In: Die Kapillarsperre - Innovative Oberflächenabdichtung für Deponien und Altlasten (Hrsg.: Akademie für Bauen und Umwelt e.V.), Springer Verlag, Berlin, 45-77.
- JEB, J. (1996): Kosten und Finanzierung der Rekultivierung und Nachsorge am Beispiel der Deponie Breinermoor, Landkreis Leer; in: Nachsorge von Siedlungsabfalldeponien, ZAF Fachseminar Braunschweig, Heft 11, S. 125 - 144, ISSN 0934-9243, September 1996
- KALTWASSER, B.J. (1980): Biogas - Regenerative Energieerzeugung durch anaerobe Fermentation organischer Abfälle in Biogasanlagen; Wiesbaden, Berlin
- KARHARDAR, P.P., ANDIC, J.-M., FAUGS, G.M., KHANEN, P., KLOSS, P. (1987): Sulfide and Sulfate Inhibition of Methanogenesis; Water Research, Vol. 21, No. 9, pp. 1061 - 1066
- KLASMEIER, M. (1996): Untersuchungen zur Bestimmung organischer Anteile in Abfällen, Diplomarbeit an der TU Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Abfallwirtschaft, unveröffentlicht
- KLASS, D.L. (1984): Methane from Anaerobic Fermentation; Science, Vol. 233, March 1984
- KLOKE, A. (1993): Bewertungskriterien für die Beurteilung schwermetallkontaminierter Böden, Handbuch der Altlastensanierung, Band 2, 4.1.3.1

- KNOX, K. (1996): Leachate recirculation and its role in sustainable development; IWM Proceedings March 1996, pp. 10 - 15
- KOEPP-BANK, H.-J. (1989): Mikrobiologische Grundlagen der anaeroben Abwasserreinigung; GIT Supplement 1/89 - Umwelt
- KOSTER, I.W. (1988): Microbial, Chemical and Technological Aspects of the Anaerobic Degradation of Organic Pollutants; Biotreatmentsystems, Vol. 1, pp. 285
- KRIENER, A., LEISLINGER, T. (1983): Oxygen Sensitivity of Methanogenic Bacteria; System Applied Microbiology, 4, 1983
- KROGMANN, U. (1994): Kompostierung - Grundlagen zur Einsammlung und Behandlung von Bioabfällen unterschiedlicher Zusammensetzung, Hamburger Berichte, Bd. 7, Economica Verlag, Bonn
- KRÜMPELBECK, I., EHRIG, H.-J. (1998): Erste Erfahrungen mit der Reinfiltration von oberflächengedichteten Deponien; in: Entwicklungstendenzen in der Deponietechnik, 1. Hamburger Abfallwirtschaftstage 28.-29. Januar 1998, Hamburger Berichte, Band 12, Economica Verlag Bonn
- KRÜMPELBECK, I. (2000): Untersuchungen zum Langzeitemissionsgeschehen von Siedlungsabfalldeponien, Dissertation an der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal, Bereich Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft, Heft 3
- KRUSE, K. (1991): Untersuchungen zu Verhalten und Zerfall von nicht wasserdampfvlüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen im Müllkörper. Abschlussbericht an die DFG, Institut für Siedlungswasserwirtschaft, TU Braunschweig, Dezember 1991
- KRUSE, K. (1994): Langfristiges Emissionsgeschehen von Siedlungsabfalldeponien, Heft 54 des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft, Technische Universität Braunschweig, ISSN 0934-9731
- LAGERKVIST, A. (1995): Two-step anaerobic degradation – an alternative management technique TSAAD. Doktorarbeit, Division of Landfill Science & Technology, Lulea University of Technology, Lulea, Sweden
- LAGA (1984): Sickerwasser aus Hausmüll- und Schlackedeponien. Informationsschrift. Müllhandbuch 10/84, Erich Schmidt Verlag, Berlin

- MÄRKL, H., MATHER, M., WITTY, W. (1983): Anaerobe Abwasser- und Schlammbehandlung - Biogastechnologie; Hrsg.: Bayrisches Landesamt für Wasserforschung, Oldenbourg Verlag, München - Wien, S. 49 - 64
- MARBACH, K. & GÖSCHL, R. (1993): Deponierückbau: Fehlende Kapazität versetzt Berge, AVL-Projekt Deponierückbau - Deponie Burghof in Vaihingen-Horrheim, Entsorgungsmagazin 11/93, Seite 16ff
- MAURER, M., WINKLER, J.-P. (1982): Biogas - Theoretische Grundlagen, Bau und Betrieb von Anlagen, 2. Auflage, Karlsruhe
- MCCARTY, P.L., MCKINNEY, R.E. (1961): Salt Toxicity in Anaerobic Digestion; Water Pollution Control Federation Journal 33, pp. 399 - 415
- MELCHIOR, S. (1993): Wasserhaushalt und Wirksamkeit mehrschichtiger Abdecksysteme für Deponien und Altlasten. Dissertation im Fachbereich Geowissenschaften der Universität Hamburg. Hamburger Bodenkundliche Arbeiten 22.
- MELCHIOR, S., MIEHLICH, G., STEINERT, B., BURGER, K., BERGER, K., TÜRK, M. (1998): Dimensionierung von Kapillarsperren zur Oberflächenabdichtung von Deponien und Altlasten (Kurzbericht; Teilprojekt 39 im BMBF-Verbundforschungsvorhaben "Weiterentwicklung von Deponieabdichtungssystemen"; Förderkennzeichen: 1440 569 A5). In: Optimierung von Deponieabdichtungssystemen (Hrsg.: H. August, U. Holzlöhner, T. Meggyes), Springer Verlag, Berlin, 345-363.
- MENNERICH, A. (1988): Beitrag zur anaerob - aeroben Behandlung von Sickerwässern aus Hausmülldeponien, Veröffentlichungen des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft, TU Braunschweig, Heft 44
- MESSER-GRIESHEIM (1996): Mikrobiologische in-situ Sanierung von Altlasten; Firmeninformation
- MILLER, F.C., HARPER, E.R. UND MACAULY, B.J. (1989): Field examination of temperature and oxygen relationships in mushroom composting stacks - consideration of stack oxygenation based on utilisation and supply; in: Australian Journal of Experimental Agriculture 29, S. 741-750
- MUDRACK, K. KUNST, S. (1985): Biologie der Abwasserreinigung; Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York

- N.N. (1991): Zweite Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TAA - TA Abfall) vom 12. März 1991, GMBI. S. 139, 167, 469
- N.N. (1993): Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TASi - TA Siedlungsabfall) vom 14. Mai 1993, Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen, Bundesanzeiger Nr. 99a
- N.N. (1994): Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) vom 27. September 1994, zuletzt geändert am 27. Juli 2001, Bundesanzeiger
- N.N. (1996): Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer; AbwV - Abwasserverordnung, Anhang 51: Oberirdische Ablagerung von Abfällen
- N.N. (1999): EG-Deponierichtlinie (EG-DeponieRL), Richtlinie 1999/31/EG vom 26. April über AbfalldPONien (ABl. EG Nr. L 182)
- N.N. (2001): Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen und über biologische Abfallbehandlungsanlagen (AbfAbIV - Abfallablagerungsverordnung) vom 20. Februar 2001, BGBl I 2001, 305, geändert durch Art. 2 vom 24.07.2002, I 2807
- N.N. (2002): Verordnung über Deponien und Langzeitlager (DepV - Deponieverordnung) vom 24. Juli 2002 BGBl I 2002, 2807
- POLLER, T. (1990): Hausmüllbürtige LCKW/FCKW und deren Wirkung auf die Methanbildung. Hamburger Berichte, Bd. 2, Abfallwirtschaft, Economica Verlag, Bonn
- PRÄVE, FAUST, SITTIG, SUKATISCH (1984): Handbuch der Biotechnologie; München, 2. Auflage
- RAMKE, H.-G. (1991): Hydraulische Beurteilung und Dimensionierung der Basisentwässerung von Deponien fester Siedlungsabfälle - Wasserhaushalt, hydraulische Kennwerte, Berechnungsverfahren; Dissertation an der TU Braunschweig, Leichtweiß-Institut für Wasserbau, Abteilung landwirtschaftlicher Wasserbau und Abfallwirtschaft
- RAMKE, H.-G. (1993): Abschätzung des Sickerwasseranfalls von SiedlungsabfalldPONien. In: Sickerwasser aus Mülldeponien, Veröffentlichungen des Zentrums für Abfallforschung der Technischen Universität Braunschweig, Heft 8, September 1993
- REISNER, M. (1995): Umlagerungsmaßnahme an der Deponie Wien-Donaupark. In: ZAF Seminar Heft 10, Mechanisch-biologische Behandlung von Abfällen, Braunschweig 1995

- RETTENBERGER, G. (1978): Entstehung, Folgen, Erfassung und Verwertung von Deponiegas; Hrsg.: Jäger, Kayser: Abfallwirtschaft an der TU Berlin, Bd. 3, 8. Abfallseminar, Aktuelle Probleme der Deponietechnik, TU Berlin 1978
- RETTENBERGER, G. (1986): Spurenstoffe im Deponiegas – Auswirkungen auf die Gasverwertung. Umwelt 1/86
- RETTENBERGER, G., MEZGER, H. (1992): Der Deponiegashaushalt in Altablagerungen – Leitfaden Deponiegas –. Materialien zur Altlastenbearbeitung, 10, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
- RETTENBERGER, G. (1995): Ergebnisse der mechanisch-biologischen Behandlung bei dem Demonstrationsvorhaben „Rückbau der Deponie Burghof, Landkreis Ludwigsburg“. In: ZAF Seminar Heft 10, Mechanisch-biologische Behandlung von Abfällen, Braunschweig 1995
- REUTER, E., NEGELMANN, J., STEINKAMP, S. (1993): Aufschlußbohrungen im Deponiekörper der Zentraldeponie Hannover; Müll und Abfall 2/93, S. 113 - 118
- REYNOLDS, BLAKEY (1995): Landfill 2000, Final report to the Department of Environment, Report no. CWM 031/91, 192 pp.
- RÖMPP (1993): Chemielexikon, 9. erw. und neubearbeitete Auflage, Hrsg.: Falbe, J. und Regnitz, M., ISBN 3-13-735009-3, Georg Thieme Verlag
- SAAKE, M. (1986): Abscheidung und Rückhalt der Biomasse beim anaeroben Belebungsverfahren und in Festbettreaktoren; Veröffentlichungen des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, Heft 68
- SAHM, H. (1981): Biologie der Methanbildung; in: Chemie-Ingenieur-Technik 53, Nr. 11, S. 854 - 863
- SCHEELHAASE, T., BIDLINGMAIER, W. (1997): Deponieverhalten von mechanisch-biologisch vorbehandelten Abfällen; 5. Münsteraner Abfallwirtschaftstage (Tagungsband), Veröffentlichung des LASU Band 10, Münster 1997
- SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL (1982): Lehrbuch der Bodenkunde. 11. Auflage, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
- SCHLEGEL, H.-G. (1985): Allgemeine Mikrobiologie; 6. überarbeitete Auflage, Georg Thieme Verlag

- SCHROEDER, P.R., AZIZ, N.M., LLOYD, C.M., ZAPPI, P.A. (1994): The Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP) Model: User`s Guide for Version 3, EPA/600/R-94/168a, US EPA, Cincinnati, Ohio
- SCHUCHARDT, F. (1988): Verlauf der Kompostierungsprozesse in Abhängigkeit von technischen, physikalischen und chemischen Rahmenbedingungen; in: Herstellung und Vermarktung von Komposten nach Gütekriterien, Haus der Technik, Essen 04/88
- SPENDLIN, H.-H. (1991): Untersuchungen zur frühzeitigen Initiierung der Methanbildung bei festen Abfallstoffen, Hamburger Berichte, Bd. 4, ISBN 3-87081-271-0, Economica Verlag, Bonn
- SPILLMANN, P. (Hrsg.) (1986): Wasser- und Stoffhaushalt von Abfalldeponien und deren Wirkung auf Gewässer; Forschungsbericht der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), VCH Verlagsgesellschaft Weinheim
- SPILLMANN, P. (1991): Schrittweise Optimierung der Restmüllbeseitigung durch Kombination biologischer und thermischer Verfahren; in: Arbeitsgemeinschaft Müllkonzept ohne Verbrennung (Hrsg.): Kalte Restmüllbehandlung – eine realistische Alternative, Tagungsband zu einem Hearing in Ludwigsburg am 16.11.1991
- SPILLMANN, P., COLLINS, H.-J., MATTHESS, G., SCHNEIDER, W. (Hrsg.) (1995): Schadstoffe im Grundwasser; Band 2: Langzeitverhalten von Umweltchemikalien und Mikroorganismen aus Abfalldeponien im Grundwasser; Forschungsbericht der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), VCH Verlagsgesellschaft Weinheim
- SRU (1990): Altlasten Sondergutachten, Dezember 1989. Hrsg.: Sachverständigenrat für Umweltfragen, Verlag Metzler-Poeschel, Stuttgart, ISBN 3-8246-0059-5
- STEGMANN, R. (1978): Gase aus geordneten Deponien; ISWA Journal 26/27
- STEGMANN, R. (1981): Beschreibung eines Verfahrens zur Untersuchung anaerober Umsetzungsprozesse von festen Abfallstoffen im Deponiekörper. In: Müll und Abfall, Heft 2, 1981
- STEGMANN, R.; ROHBRECHT-BUCK, K. (1982): Der Einfluß der biochemischen Umsetzungsprozesse auf den Wasserhaushalt von Deponien. Gas- und Wasserhaushalt von Mülldeponien, Internationale Fachtagung, Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen, Heft 33, Technische Universität Braunschweig

- STEGMANN, R. (1990): Die Deponie als Reaktor; in: Entsorgungspraxis 10/1990, pp. 567 -571
- STEINER, P. (2002): Deponienachsorge aus Sicht der Länder. In: Stegmann, Rettenberger, Bidlingmaier, Ehrig (Hrsg.): Deponietechnik 2002, Hamburger Berichte 18, Verlag Abfall aktuell, S. 285 - 296
- STEINMANN, C. (1998): Sanfte Sanierung – Altlast ST 11 Alois-Gerstl-Weg in Feldbach; in: a3 Umwelt, Österreichisches Öko-Wirtschaftsmagazin, Ausgabe 10/1998, 11. Jahrgang, Seite 20-21
- SYMONS, G.E., BUSSWELL, A.M. (1933): The methane fermentation of carbohydrates. In: J. Am. Chem. Soc. 55, p. 2028
- TABASARAN, O. (1976): Überlegung zum Problem Deponiegas; in: Müll und Abfall, 7/1976
- THOMÉ-KOZMIENSKY, K.J. (1985): Kompostierung von Abfällen 1; EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH, S. 341-342
- TURK, M. (1996): Inkrustationen im Entwässerungssystem von MVA-Schlacke- und Klärschlammdeponien; in: Müll und Abfall, 9/1996
- UBA (1994): Hausmülldeponien in der Bundesrepublik Deutschland. Herausgeber: Umweltbundesamt, Texte 44/93, korrigierte Auflage März 1994
- UBA (2000): Thermische, mechanisch-biologische Behandlungsanlagen und Deponien für Rest-Siedlungsabfälle in der Bundesrepublik Deutschland. Herausgeber: Umweltbundesamt, FG III 3.3, 3. Auflage (04/2000)
- VON DER HUDE, N., MELCHIOR, S., MÖCKEL, S. (1999): Bau einer Kapillarsperre im Oberflächenabdichtungssystem der Deponie Breinermoor - Teil 2: Materialauswahl und bautechnische Erfahrungen. Müll und Abfall, 31 (4), 184-193.
- WEBER, B. (1990): Minimierung von Emissionen der Deponie, Veröffentlichungen des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, Heft 74
- WEIS, M., FRIMMEL, F.H., ABBT-BRAUN, G. (1995): Charakterisierung huminstoffähnlicher Substanzen aus Deponiesickerwasser; in: SPILLMANN, P., COLLINS, H.-J., MATTHESS, G., SCHNEIDER, W. (Hrsg.) (1995): Schadstoffe im Grundwasser; Band 2: Langzeitverhalten von Umweltchemikalien und Mikroorganismen aus Abfalldeponien

im Grundwasser; Forschungsbericht der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), VCH Verlagsgesellschaft Weinheim, pp. 328 ff.

WIRTZ, A., KABBE, G., ROOS, H.-J., FORGE, F., DOHMANN, M. (1997): Emissionsverhalten umweltrelevanter Schadstoffe in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Abfalls und der Standzeit der Deponien, Abschlußbericht zum BMBF-Verbundvorhaben „Deponiekörper“, Teilvorhaben 3, Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Projektträger PTAWAS (Umweltbundesamt Berlin), unveröffentlicht

ZISCHAK, R., ULRICH, G. (1999): Erfahrungen bei dem 3-jährigen Betrieb des Kapillarsperren-Testfeldes auf der Deponie Karlsruhe-West. In: Die Kapillarsperre - Innovative Oberflächenabdichtung für Deponien und Altlasten (Hrsg.: Akademie für Bauen und Umwelt e.V.), Springer Verlag, Berlin, 79-96.

17 Glossar

- Ablagerungsbereich:** Oberirdischer oder untertägiger Bereich einer Deponie, in dem Abfälle zeitlich unbegrenzt abgelagert werden (DepV, 2002)
- Ablagerungsphase:** Zeitraum von der Annahme der für den Betrieb einer Deponie oder eines Deponieabschnitts erforderlichen Einrichtungen durch die zuständige Behörde bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Ablagerung von Abfällen zur Beseitigung auf der Deponie oder dem Deponieabschnitt beendet wird (DepV, 2002)
- Adhäsionskräfte:** Anhangskräfte z.B. zwischen Feststoffen und Flüssigkeiten, Grenzflächenspannung [N/m]
- Baustoffwechsel:** Nutzung organischer Spaltprodukte zum Aufbau körpereigener Substanz
- Betriebsstoffwechsel:** Nutzung organischer Spaltprodukte als Energiequelle (Vollständige Umwandlung zu H₂O und CO₂, wobei gleichzeitig NH₄-N und Mineralstoffe frei werden)
- Chemischer Sauerstoffbedarf, CSB:** kennzeichnet die Masse der chemisch mit Kaliumdichromat oxidierbaren Substanz und erfasst die Summe der organischen Verbindungen. Nicht enthalten sind oxidierbare Stickstoffverbindungen wie Ammonium
- Cometabolite:** Substrate, die nicht (oder nur beschränkt) alleine, sondern nur bei gleichzeitigem Abbau weiterer Verbindungen metabolisiert werden können
- Deponie:** Beseitigungsanlage zur Ablagerung von Abfällen oberhalb der Erdoberfläche (oberirdische Deponie)
- Diffusion:** molekulare Diffusion, bei der die Stoffverteilung aufgrund von Konzentrationsunterschieden erfolgt (Gradienten eines chemischen Potentials).
- Dispersion:** mechanische bzw. hydrodynamische oder korngerüstbedingte Dispersion (Form der Diffusion), bei der Unterschiede in der Transportgeschwindigkeit infolge verschiedener Porengrößen und -formen zur

Stoffverteilung führen. Aufgrund der Heterogenität von Abfallkörpern ist die Dispersion dort sehr ausgeprägt.

- Flüchtige organische Stoffe: (volatile organic carbon, VOC) kennzeichnen innerhalb des für den CSB verantwortlichen Gesamtkohlenstoffs (TOC) eine Gruppe von Stoffen, die eine Molmasse bis ca. 300 besitzen und eine lipophile Molekülstruktur aufweisen
- Halbwertszeit: bezeichnet den Zeitraum, in dem die Hälfte einer Substanz (z.B. einer Umweltchemikalie) in einem abgeschlossenen System biologisch oder physikalisch-chemisch abgebaut/umgesetzt wird
- Humifizierung: Umwandlung organischer Substanz in Huminstoffe, sie kann biologisch unter Mitwirkung von Mikroorganismen und abiologisch (Hochmoore) erfolgen
- Huminstoffe: Häufig dunkel gefärbte, hochmolekulare organische Stoffe von hoher biologischer Resistenz
- Humus: In der Bodenkunde oft als Gesamtheit der organischen Substanz verwendet, eigentlich nur der Anteil der Huminstoffe
- Hydraulische Retentionszeit (HRT = hydraulic retention time): Zeitraum, in dem ein Wasservolumen pro Volumeneinheit vollständig ausgetauscht wurde
- Katabolismus: Zerlegung von Nährstoffen in kleinere Bruchstücke im Stoffwechselprozess
- Kohäsionskräfte: Zusammenhangskräfte z.B. in Flüssigkeiten, Oberflächenspannung [N/m]
- Konvektion: Verfrachtung von Wasserinhaltsstoffen in Richtung des strömenden (Sicker-)Wassers, wobei die Inhaltsstoffe keine Relativbewegung zu den sich bewegenden Wasserteilchen aufweisen. Für die Ausbreitung von Stoffen im Deponiekörper i.d.R. maßgebend. Horizontal und abwärts gerichtete Strömung in den Poren des Abfalls wird durch die Gravitation und durch Kapillarkräfte hervorgerufen.
- Metaboliten: Zwischenabbauprodukte im Stoffwechsel-/Abbauprozess

- Mineralisierung:** Zersetzung organischer Verbindungen durch Mikroorganismen in (pflanzenaufnehmbare) anorganische Verbindungen, bei der zum Teil Mineralstoffe freigesetzt werden
- Mobilität:** ist die Geschwindigkeit der Verteilung eines Stoffes in der Umwelt und wird durch den Übergang eines Stoffes von einem Umweltmedium in ein anderes bestimmt; die Mobilität eines Schadstoffes kann eingeschränkt werden (Immobilisierung), indem dieser durch chemische oder physikalisch-chemische Vorgänge an eine andere Verbindung mit höherer Stabilität gebunden wird (FÖRSTNER, 1990)
- Nachsorgephase:** Zeitraum nach der endgültigen Stilllegung einer Deponie bis zu dem Zeitpunkt, zu dem die zuständige Behörde den Abschluss der Nachsorgephase feststellt (DepV, 2002)
- Persistenz:** bezeichnet die Eigenschaft von Stoffen, über längere Zeiträume in der Umwelt verbleiben zu können, ohne durch physikalische, chemische oder biologische Prozesse abgebaut zu werden. Aufgrund ihrer großen Stabilität können persistente Stoffe und deren Um- und Abbauprodukte über die Nahrungskette in die Organismen gelangen und diese schädigen.
- Porenanteil:** (engl.: porosity) Porenvolumen bezogen auf das Gesamtvolumen
 Porenanteil $n = n_w + n_a$ [-]
 Anteil wassergefüllter Poren n_w [-]
 Anteil gasgefüllter Poren n_a [-]
- Resorption:** bezeichnet die Fähigkeit von Organismen einen Stoff aufzunehmen (zu „resorbieren“)
- Schadstoff:** Stoff, der bereits in geringer Konzentration entweder selbst, im Zusammenwirken mit anderen Stoffen oder durch seine Abbauprodukte Mensch oder Umwelt schädigt (siehe auch RÖMPP, 1993). So werden in der vorliegenden Arbeit z.B. auch Stickstoffverbindungen als Schadstoffe betrachtet, da sie über den Sickerpfad zum einen in Oberflächen-gewässer gelangen können und dort zur Eutrophierung beitragen und zum anderen über das Grundwasser ins Trinkwasser gelangen und dort

gesundheitliche Gefahren hervorrufen (z.B. Blausucht bei Kleinkindern durch Nitrat im Blutkreislauf)

Siedlungsabfälle: Abfälle aus Haushaltungen sowie Abfälle aus anderen Herkunftsbereichen, die aufgrund ihrer Beschaffenheit oder Zusammensetzung den Abfällen aus Haushaltungen ähnlich sind, insbesondere Hausmüll, Sperrmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Garten- und Parkabfälle, Marktabfälle und Straßenreinigungsabfälle sowie Abfälle, die wie Siedlungsabfall entsorgt werden, insbesondere Klärschlämme aus Abwasserbehandlungsanlagen zur Behandlung von kommunalem Abwasser oder Abwässern mit ähnlich geringer Schadstoffbelastung, Fäkalien, Fäkal-schlamm, Rückstände aus Abwasseranlagen, Wasserreinigungsschlämme und Bauabfälle.

Stilllegungsphase: Zeitraum vom Ende der Ablagerungsphase bis zur endgültigen Stilllegung der Deponie oder eines Deponieabschnitts (DepV, 2002)

Voll durchmischter Reaktor: Reaktionsraum, in dem zu einem bestimmten Zeitpunkt an jedem Ort die gleichen Bedingungen herrschen (z.B. Druck, Wassergehalt, biologische Abbauvorgänge, Stoffkonzentrationen etc.)

Wasser-Feststoffverhältnis W/F: Verhältnis des Wasservolumens zur durchströmten Mülltrockenmasse TS [l/kgTS]

Anhang

Anhang A zu Kapitel 6

Tab. A6.1: Analyseverfahren für die Untersuchung von Feststoffproben

Parameter	Methode	Vorschrift
Trockenrückstand / Wassergehalt	Trockenschrank 105°C	DIN 38414-S2
Glühverlust / -rückstand des Trockenrückstandes	Ofen 550°C	DIN 38414-S3
Bestimmung der Eluierbarkeit mit Wasser	Auslaugung der Probe mit destilliertem Wasser über 24h	DIN 38404-S4
Gesamtkohlenstoff, organischer und anorganischer Kohlenstoff (TC = TOC + TIC)	Thermische Oxidation des organischen Kohlenstoffs zu CO ₂ , infrarotspektroskopische Messung des CO ₂ (TC); Austreiben des anorganischen Kohlenstoffs (TIC) als CO ₂ mit Salzsäure, Quantifizierung des CO ₂ über Infrarotspektroskopie	Methodenbuch der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.
Gesamtstickstoff (Kjeldahl)	Überführung der organisch gebundenen Stickstoffverbindungen, Ammonium, Nitrat und Nitrit (die letzten beiden werden nur in geringen Mengen quantitativ erfasst) in Ammoniumsalze durch Aufschließen der Probe mit Kjeldahl-Tabletten; Destillation des nach Zugabe einer starken Lauge gebildeten Ammoniaks in eine Vorlage aus Salzsäure und maßanalytische Endpunktbestimmung	in Anlehnung an VDLUFA A.2.2.1.
Schwermetalle: Blei, Kupfer, Chrom, Nickel, Cadmium	Aufschluss mit Königswasser, Atomabsorptionsspektrometrie im Graphitrohrföfen	in Anlehnung an 38 406 - E6 38 406 - E7 38 406 - E10 38 406 - E 11 38 406 - E 19

Tab. A6.2: Zusammenstellung der Analyseverfahren für die Untersuchung von Sickerwasser und Eluaten

Parameter	Methode	Vorschrift
pH-Wert	pH-Einstabmesskette	DIN 38404-C5
Elektrische Leitfähigkeit	Konduktometrie	DIN 38404-C8
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB ₅)	Verdünnungsmethode (Nitrifikationshemmstoff N-Allylthioharnstoff im Verdünnungswasser)	DIN 38404-H51
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	Oxidation mit Kaliumdichromat in Ggw. von Silbersulfat (Katalysator), maßanalytische Bestimmung des überschüssigen Kaliumdi-chromats mit einer Ammoniumeisen (II)Sulfatlösung	DIN 38404-H41
Adsorbierbare, organisch gebundene Halogene (AOX)	Adsorption an Aktivkohle ("Säulenmethode"), Verbrennung der Aktivkohle im Sauerstoffstrom, coulometrische Bestimmung der gebildeten Halogenkohlenwasserstoffe	DIN 38409-H14
Gesamtkohlenstoff, organischer und anorganischer Kohlenstoff (TC=TOC+TIC)	Thermische Oxidation des organischen Kohlenstoffs zu CO ₂ , infrarotspektroskopische Messung des CO ₂ (TC); Austreiben des anorganischen Kohlenstoffs (TIC) aus der Probe als CO ₂ mit Phosphorsäure, infrarotspektroskopische Messung des CO ₂	DIN 38409-H3
Gesamt Stickstoff	Überführung der organisch gebundenen Stickstoffverbindungen sowie Ammonium, Nitrat und Nitrit in Ammoniumsalze durch Aufschließen der Probe mit Devarda-Legierung; Destillation des nach Zugabe einer starken Lauge gebildeten Ammoniaks in eine Vorlage aus Borsäure und maßanalytische Endpunktbestimmung	DIN 38409-H28
Chlorid	Ionenchromatographie / Titration nach MOHR	DIN 38405-D19/20 DIN 38405-D1-1
Sulfat	Ionenchromatographie	DIN 38405-D19/20
Nitrat	Ionenchromatographie / Photometrisch mit 2,6-Dimethylphenol	DIN 38405-D19/20 in Anl. an DIN 38405-D9
Nitrit	Photometrisch mit 4-Aminobenzolsulfonamid / N-(1-Naphthyl)-1,2-Diaminoethan-Dihydrochlorid	in Anl. an EN -6777-D10
Ammonium	Gassensitive Elektrode	---
Organische Säuren (als Essigsäureäquivalent)	Wasserdampfdestillation und maßanalytische Bestimmung der abdestillierten Säuren mit einer Lauge	DIN 38409-H21
Hydrogencarbonat	Titration mit einer 0,1 N Salzsäurelösung bis pH 4,3	in Anl. an DIN 38409-H7
Schwermetalle: Blei, Kupfer, Chrom, Nickel, Cadmium	Atomabsorptionsspektrometrie im Graphitrohrfen	in Anlehnung an 38 406 - E6 38 406 - E7 38 406 - E10 38 406 - E 11 38 406 - E 19

A6.3 Zusammenstellung der Analyseverfahren zur Untersuchung von Deponiegas

Die Gasproben wurden auf die im Folgenden genannten Stoffgruppen untersucht:

- Hauptkomponenten
- leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe
- leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe
- BTX-Aromaten

Untersuchungsmethoden Laboranalysen:

Für alle Bestimmungen werden mittels gasdichter Spritzen (Hamilton, Bonaduz) zur Untersuchung geeignete Volumina den Probengefäßen entnommen und in die Analysengeräte eingegeben.

Hauptkomponenten

Die Hauptkomponenten (H_2 , O_2 , N_2 , CO_2 , CH_4) werden in einem Gaschromatographen (Gaschromatograph 5890 Series II, Hewlett-Packard) auf einem gekoppelten System je einer gepackten Hayesep N - und Molekularsieb 13X-Säule getrennt und mit einem Wärmeleitfähigkeitsdetektor nachgewiesen. Die Genauigkeit beträgt $\pm 0,5\%$ absolut, die Bestimmungsgrenze beträgt für O_2 , N_2 und CO_2 0,01 Vol.-%, für CH_4 0,05 Vol.-% und für Wasserstoff 0,1 Vol.-%. Die Detektorsignale werden mit einem Computer-Integrationsystem (HP ChemStation, Hewlett-Packard) ausgewertet. Die berechneten Gehalte werden auf 100% normiert.

Spurenkomponenten

Die Spurenkomponenten werden in einem Gaschromatographen (Packard Modell 439, Chrompack) auf einer Widebore-Kapillarsäule (50m * 0,53 mm Al_2O_3/KCl 10 μm) getrennt. Die Probe wird parallel an je einem Elektroneneinfang-ECD und einem Flammenionisationsdetektor FID untersucht. Es können alle unpolaren Stoffe mit einem Siedepunkt zwischen ca. $-30^\circ C$ und $120^\circ C$ bestimmt werden. Die Standardabweichung beträgt $\pm 15\%$ (im Linearitätsbereich des ECD). Die Nachweisgrenze ist von der Art des Moleküls abhängig.

Sie beträgt für:

	ECD	FID
(halogenierte) Kohlenwasserstoffe:		
BTEX-Aromaten		1 mg/m ³
Monochlorethen (Vinylchlorid)		1 mg/m ³
Chlorbenzol		1 mg/m ³
Chlorethan	0,5	mg/m ³
Dichlorfluormethan R21	0,1	mg/m ³
Chlordifluormethan R22	0,1	mg/m ³
Dichlormethan R30	0,1	mg/m ³
Chlormethan R40	0,1	mg/m ³
cis-1,2-Dichlorethen	0,1	mg/m ³
trans-1,2-Dichlorethen	0,1	mg/m ³
Trichlormethan (Chloroform) R20	0,01	mg/m ³
1,2-Dichlor-1,1,2,2-tetrafluorethan R114	0,01	mg/m ³
1,1-Dichlorethen	0,01	mg/m ³
Trichlorethen	0,01	mg/m ³
1,1,1-Trichlorethan	0,01	mg/m ³
Tetrachlormethan R10	0,001	mg/m ³
Trichlorfluormethan R11	0,001	mg/m ³
Dichlordifluormethan R12	0,001	mg/m ³
Difluormethan R32	0,001	mg/m ³
Fluormethan	0,001	mg/m ³

Die Detektorsignale wurden mit einem Computer-Integrationssystem (HP 3365 ChemStation, Hewlett-Packard) ausgewertet. Zur Eichung werden Gase mit definierten Spurenstoffkonzentrationen (Linde AG, Höllriegelskreuth) verwendet. Die berechneten Gehalte werden auf 100% normiert.

Die Werte sind auf 20 °C und 1013 mbar bezogen. Eine Luftkorrektur wird nicht durchgeführt.

Untersuchungsmethoden auf Deponien und Altablagerungen mit mobilen Gasmessgeräten

Die Gasanalysen auf Deponien und Altablagerungen erfolgen mit mobilen Gasmessgeräten.

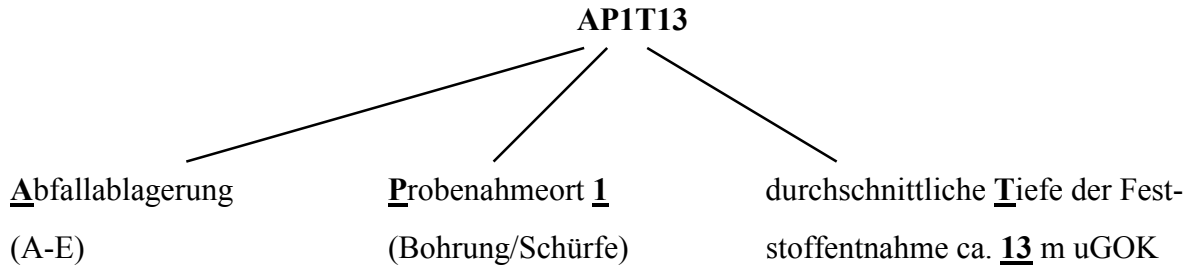
Das genutzte mobile Messgerät ist ein tragbares Infrarot-Gasanalysegerät, mit dem die Konzentration der relevanten Deponiegase Methan, Kohlendioxid und Sauerstoff gemessen werden kann. Stickstoff kann mit mobilen Gasmessgeräten nicht unmittelbar gemessen werden, sondern nur mit Labor-Gaschromatographen. Er kann allerdings aus der Differenz der drei Hauptkomponenten Methan, Kohlendioxid und Sauerstoff zu 100 Vol.-% des Deponiegases berechnet werden.

Die Beprobung der Gasbrunnen und Gaspegel der Standorte D, E und F erfolgte über eine Messeinrichtung bestehend aus Schlauch, Vakuumpumpe (Durchsatz 12 l/min) und mobilem Gasmessgerät (Durchsatz: 200 ml/min). Zum Schutz des feuchteempfindlichen Analysegerätes wurden vor der Pumpe und vor dem Gasmessgerät Feuchtefilter in den Leitungsstrang integriert. Vor Inbetriebnahme der Messeinrichtung wurde das mobile Gasmessgerät gegen die Umgebungsluft kalibriert. Die Beprobung der Messstellen erfolgte jeweils bis zur Messwertkonstanz. Die Beprobung der Gasbrunnen und der Gaspegel erfolgte i.a. über eine Kugelhahn-Schlauchverbindung am Kopf der Pegel.

Anhang A zu Kapitel 7

A1 Daten zu den Feststoffuntersuchungen Kapitel 7

Die Bezeichnung der Proben der Ablagerungen A – E erfolgt getrennt nach Bohrung/Schürfe und durchschnittlicher Ablagerungstiefe, z.B.:



Tab. A7.1: Ergebnisse der Feststoffanalysen Deponie A, Kernbereich und Randabschnitt

Feststoffprobe	Entnahmetiefe [m]	Ablagerungszeitraum [a]	GV [Gew.-%]	C [Gew.-%]	N [Gew.-%]	LF [mS/cm]	w _{Entn.} [% FM]	pH [-]
Kernbereich								
AP1T13	11 m - 15 m	13	15,95	11,38	0,51	0,89	29,9	7,37
AP1T16	15 m - 17 m	14	15,25	9,98	0,40	0,99	30,8	7,38
AP1T17	17 m	14	8,17	4,64	0,32	0,68	25,1	7,15
AP2T04	1 m - 5,5 m	7	6,86	5,17	0,15	0,49	22,8	7,58
AP2T08	5,5 - 9,5 m	7	18,15	12,74	0,67	1,12	31,0	7,48
AP2T15	13,5-16,5 m	8	16,06	12,31	0,52	1,49	31,8	8,18
AP3T04	4 m	5	8,80	5,82	0,17	0,65	28,9	8,55
AP3T08	8 m	6	24,29	15,31	0,41	2,74	34,7	7,36
AP3T12	12 m	8	21,86	14,57	0,69	1,53	36,9	7,28
AP3T16	16 m	8	21,04	15,60	1,39	2,13	38,9	7,54
Randbereich								
AP8T05	5 m	7	7,69	5,39	0,27	0,69	42,7	8,57
AP8T08	7,5 - 8,5 m	17	8,72	6,01	0,23	0,61	21,4	8,26
AP8T09	8,5 - 9,5 m	17	15,52	9,84	0,34	0,86	32,5	7,96
AP9T06	4,5 - 7,0 m	16	13,13	8,87	0,36	0,75	32,5	7,44
AP9T08	7,5 - 9,0 m	16	16,21	10,31	0,30	0,93	30,1	8,08
AP9T10	9,3-10,5 m	16	15,93	9,88	0,40	0,97	30,4	7,87
AP9T11	10,5 m	18	31,51	19,00	0,91	1,99	41,7	7,01
Hausmüll frisch	-	0	ca. 52 (41 – 63)	ca. 31 (26 – 36)	ca. 0,9 (0,7 - 1,1)	-	-	-

Tab. A7.2: Ergebnisse der Feststoffanalysen Altablagerung B

Feststoff- probe	Entnahme- tiefe [m]	Ablager.- zeitraum [a]	GW	C	N	LF	w _{Entn.}	pH
			[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[mS/cm]	[% FM]	[-]
BP2T11	11 m	28	40,97	24,09	1,21	2,40	25,4	7,31
BP2T12	12 m	28	25,28	16,32	0,55	1,30	35,5	7,10
BP2T17	16,5 m	30	30,60	21,23	0,77	1,30	38,6	6,98
BP2T22	22 m	31	19,97	15,98	0,43	1,10	38,5	7,18
BP3T12	11,5 m	30	22,48	19,81	0,41	0,93	21,9	7,28
BP3T17	17 m	32	37,95	23,73	0,92	1,70	30,5	7,22
BP3T17A*	17 m	32	36,16	22,33	0,87	2,30	36,5	7,11
BP3T19	18,7 m	33	23,52	15,51	0,53	1,50	23,4	6,55

* Parallelbeobachtung zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit

Tab. A7.3: Ergebnisse der Feststoffanalysen Deponie C

Feststoff- probe	Entnahme- tiefe [m]	Ablager.- zeitraum [a]	GW	C	N	LF	w _{Entn.}	pH
			[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[mS/cm]	[% FM]	[-]
CP1T10	10 m	10	9,45	5,95	0,22	1,47	25,0	7,40
CP1T14	14 m	10	11,34	7,75	0,25	0,79	18,8	7,75

Tab. A7.4: Ergebnisse der Feststoffanalysen Altdeponie D

Feststoff- probe	Entnahme- tiefe [m]	Ablager.- zeitraum [a]	GV	C	N	LF	w _{Entn.}	pH
			[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[mS/cm]	[% FM]	[-]
DP1T01	1 m	13	17,00	11,39	0,33	3,21	29,62	7,24
DP1T02	2 m	13	36,62	22,19	0,57	1,51	36,14	7,40
DP1T04	4 m	13	12,80	8,66	0,21	0,86	27,57	8,09
DP1T05	5 m	13	8,37	5,77	0,17	1,08	15,58	8,86
DP1T06	6 m	14	10,07	6,39	0,30	0,65	21,40	8,57
DP1T07	7 m	14	15,03	9,16	0,33	0,78	41,06	7,95
DP1T08	8 m	14	18,18	10,93	0,25	1,10	51,70	8,22
DP1T09	9 m	14	21,81	13,03	0,34	0,92	49,22	8,15
DP1T0-6*	0 – 6 m	14	13,69	9,30	0,21	1,46	25,26	8,5
DP1T6-7*	6 – 7 m	14	11,14	6,73	0,18	1,09	31,15	9,1
DP12T04	4 m	13	4,94	3,60	0,17	0,37	17,52	9,76
DP13T05	5 m	12	27,39	13,67	0,35	1,17	24,49	7,11
DP14T04	4 m	12	32,01	22,65	0,31	0,68	58,31	6,90
DP15T05	5 m	13	31,02	20,63	0,30	2,48	26,43	6,97
DP15T08	8 m	14	10,50	6,52	0,26	1,06	24,50	8,36

* DP1T0-6 Mischprobe der Feststoffproben der Bohrung 1 über die Tiefe von 0 – 6 m

* DP1T6-7 Mischprobe der Feststoffproben der Bohrung 1 über die Tiefe von 6 – 7 m

Tab. A7.5: Ergebnisse der Feststoffanalysen Altablagerung E

Feststoff- probe	Entnahme- tiefe [m]	Ablager.- zeitraum [a]	GV	C	N	LF	w _{Entn.}	pH
			[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[mS/cm]	[% FM]	[-]
EP2T03	3 m	35	27,3	13,0	n.b.	1,46	39,3	7,4
EP2T05	5 m	35	28,8	26,7	n.b.	0,83	30,7	7,3
EP3T03	3 m	36	8,7	3,6	n.b.	1,11	15,9	7,1
EP3T04	4 m	36	5,0	5,1	n.b.	0,58	16,5	7,4
EP4T03	3 m	40	10,2	1,6	n.b.	0,80	17,5	7,7
EP6T02	2 m	42	6,7	3,7	n.b.	0,58	14,0	7,8

n.b. nicht bestimmt

Tab. A7.6: Ergebnisse der Feststoffanalysen Deponie F

Feststoff- probe	Entnahme- tiefe [m]	Ablager.- zeitraum [a]	GV [Gew.-%]	C [Gew.-%]	N [Gew.-%]	LF [mS/cm]	w_{Entn.} [% FM]	pH [-]
FP1T03	3 m	4	21,4	10,5	0,37	3,14	16,1	7,4
FP1T04	4 m	4	27,9	16,6	0,20	2,60	24,7	7,8
FP2T02	2 m	4	10,5	6,0	0,13	1,56	13,3	8,3
FP2T04	4 m	4	13,0	6,3	0,23	1,57	20,5	7,3
FP3T03	3 m	4	5,2	2,6	0,08	6,33	26,6	7,9
FP4T03	3 m	8	10,3	6,3	0,15	1,67	18,5	7,5

A2 Daten zu den Respirationsmessungen Kapitel 7

Tab. A7.7: Atmungsaktivitäten von Feststoffproben der Ablagerungen A und B

Feststoff- probe	Ablage- rungs- zeitraum [a]	GV [Gew.-%]	nach 96 h		nach 500 h		nach 1000 h	
			[mgO ₂ /gTS]		[mgO ₂ /goTS]			
AP1T13	13	22,60	3,6	15,8	8,8	39,1	15,3	68,4
AP1T16	14	17,06	3,0	17,7	8,5	49,6	16,6	97,1
AP1T17	14	8,03	1,4	16,9	3,4	42,0	6,5	81,0
AP2T04	7	7,26	1,3	15,5	4,5	61,9	7,2	99,0
AP2T08	7	22,00	1,8	8,3	4,3	19,7	7,3	33,0
AP2T15	8	19,06	2,9	15,3	7,5	39,4	12,9	67,7
AP3T04	5	8,63	2,3	27,1	7,0	81,6	12,0	139,6
AP3T08	6	24,12	4,4	18,2	13,1	54,2	22,8	94,7
AP3T16	8	26,38	3,5	13,1	10,0	37,8	14,8	56,1
AP8T08	17	8,72	0,5	5,7	1,8	20,4	2,8	31,7
AP8T09	17	15,52	1,7	10,4	5,8	36,0	8,6	52,9
AP9T06	16	13,13	1,3	9,3	4,6	33,1	7,6	54,6
AP9T08	16	16,21	1,8	9,9	6,6	36,5	10,7	59,4
AP9T10	16	15,93	1,9	11,5	6,8	41,6	10,9	66,8
BP2T11	28	40,97	7,1	17,4	21,7	52,8	28,7	70,1
BP2T22	31	19,97	0,6	3,0	2,1	10,7	3,8	19,1
BP3T12	30	22,48	0,8	3,8	3,9	17,2	5,2	23,0
BP3T17	32	37,95	2,6	6,9	7,1	18,6	11,0	29,1
BP3T19	32	36,16	3,2	8,8	7,8	21,7	10,3	28,6
BP3T19	33	23,52	0,5	2,1	1,9	8,3	3,0	12,8
RHM 1994	frisch	50	50	100				
RHM MBA	nach 168 d	35	3,5	10				

Tab. A7.8: Atmungsaktivitäten von Feststoffproben der Ablagerungen D, E und F

Feststoff- probe	Ablage- rungs- zeitraum [a]	GV [Gew.-%]	nach 96 h		nach 500 h	
			[mgO ₂ /gTS]		[mgO ₂ /goTS]	
DP1T01	13	17,00	1,1	6,5	36,6	215,4
DP1T02	13	36,62	10,8	29,5	33,7	92,0
DP1T04	13	12,80	4,6	35,9	15,1	118,0
DP1T05	13	8,37	3,6	43,0	11,0	131,5
DP1T06	14	10,07	1,3	12,9	3,5	34,8
DP1T07	14	15,03	3,3	22,0	9,4	62,5
DP1T08	14	18,18	2,6	14,3	7,6	41,8
DP1T09	14	21,81	2,7	12,4	8,5	39,0
DP12T04	13	4,94	0,6	12,0	1,7	34,3
DP13T05	12	27,39	8,0	29,3	26,6	97,3
DP14T04	12	32,01	3,5	10,8	13,3	41,5
DP15T05	13	31,02	0,3	1,0	28,4	91,5
DP15T08	14	10,50	5,1	48,5	13,7	130,6
EP2T03	35	27,3	4,5	16,6	18,5	67,8
EP2T05	35	28,8	1,8	6,4	8,0	27,9
EP3T03	36	8,7	1,5	17,8	3,5	40,1
EP3T04	36	5,0	1,3	26,6	3,2	63,9
EP4T03	40	10,2	0,6	5,9	1,5	14,8
EP6T02	42	6,7	0,9	14,1	2,6	38,1
FP1T03	4	21,4	8,4	39,2	27,1	126,7
FP1T04	4	27,9	4,9	17,4	20,6	74,0
FP2T02	4	10,5	2,3	22,2	7,1	67,2
FP2T04	4	13	3,3	25,6	13,7	105,1
FP3T03	4	5,2	1,7	31,9	4,2	80,7
FP4T03	8	10,3	3,9	38,0	8,1	79,0
RHM 1994	frisch	50	50	100		
RHM MBA	nach 168 d	35	3,5	10		