

Erosionsschutz und schnelle Begrünung durch Schafwollmatten

- eine ökonomisch-ökologische Alternative im Deponiebau -

Katja Skudelny

Geotex GmbH, Dermbach

Inhaltsangabe

An die Rekultivierungsschicht einer Deponie werden hohe Anforderungen im Hinblick auf ihre Funktionalität gestellt. Planer und Bauausführende sind verschiedenen, teils schlecht kalkulierbaren Bedingungen unterworfen. Insbesondere bei ungünstigen Wetterbedingungen kann es trotz einwandfreier Herstellung der Schicht zu massiven Erosionsereignissen kommen. Diese gilt es bis zur vollen Funktionsfähigkeit des Bauwerkes zu handhaben, wo bei die Effektivität des Erosionsschutzsystems, Arbeitsaufwand und Kosten wichtige Parameter für die Gesamtbetrachtung des Bauwerkes darstellen.

Direkt nach Errichtung der Rekultivierungsschicht bedarf diese selbst eines hinreichenden Erosionsschutz gegen eintretende Witterungseinflüsse. Zum Schutz der Rekultivierungsschicht stehen verschiedene Systeme als Böschungs- bzw. Hangsicherung und als Begrünungssystem zur Verfügung. Bei extremen Standorten ist ggf. eine Kombination von bekannten und bewährten Systemen notwendig, um einen guten Erfolg zu erzielen.

Neu ist unbehandelte Schafwolle für den Erosionsschutz einzusetzen. Die in der Praxis bereits vielfach getesteten Wollgewebematten zeigen, dass auch bei extreme Standortbedingungen der Erosion mit geringem Aufwand ökologisch und ökonomisch entgegen gewirkt werden kann und gleichzeitig ein einfaches und effektives Begrünungssystem zu Verfügung steht.

Stichworte

Böschungssicherung
Hangsicherung
Faschine
Geomatte
Erosionsschutzgewebe
Erosionsschutz
Begrünungssystem
Rekultivierungsschicht
Ingenieurbiologische Bauweise
Wasserspeicher mit Draineffekt

1 Einleitung

1.1 Einleitung

Die Anforderungen an Rekultivierungsschichten im Deponiebau sind hoch. Diverse Fachaufsätze zeugen von den vielschichtigen Problemen, die von der Wahl des kulturfähigen Bodenmaterials über den Einbau der Schicht bis hin zur Auswahl geeigneter Pflanzen reichen.

Für die Rekultivierungsschicht steht - Land auf, Land ab - nicht das geeignete Bodenmaterial zur Verfügung. Vielmehr haben Planer und Bauausführende mit den gegebenen Bedingungen vor Ort oder den Marktbedingungen für den Bezug von Bodenmaterial umzugehen bzw. hieraus die (sub-)optimale Lösung zu finden. Bautechnische Anforderungen, Scherfestigkeit, standorttypische klimatische Verhältnisse, Jahreszeit und die aktuellen Wettersituationen spielen beim Einbau der Rekultivierungsschicht eine nicht zu unterschätzende Rolle.

Weiterhin formuliert die DEPV u. a. die Anforderungen an eine Rekultivierungsschicht wie folgt: „Durch die Auswahl eines geeigneten Bewuchses soll die Oberfläche vor Wind und Wassererosion geschützt [...] werden.“

SCHMEISKY (2005) führt aus, dass zur Vorbeugung von Erosionen eine rasche Begrünung anzustreben ist. Während des Einbaus des Bodenmaterials und bis zur ersten Begrünung bzw. zur vollen Funktionsfähigkeit der Rekultivierungsschicht durch den Bewuchs kann das Bauwerk erheblich durch Wind und Niederschläge beeinträchtigt werden. Gerade der Zielkonflikt zwischen einer locker eingebauten Rekultivierungsschicht und den standortspezifischen sowie die während des Einbaus herrschenden, Witterungseinflüssen können - trotz einer optimalen Vorbereitung - zu erheblichen Problemen führen. Dies ist – auch bei einem optimalen Einbau – die sensibelste Phase bei der Herstellung und Nutzung der Rekultivierungsschicht.

1.2 Erosion

EGLOFFSTEIN et al (2008) führt verschiedene Einflussfaktoren für die Erosionsanfälligkeit von Rekultivierungsschichten auf (Auszug):

- Böschungsneigung
- Böschungslänge
- Bodenarten

- Lagerungsdichte
- Jahreszeit (Niederschlagsmenge und Intensitätsverteilung)
- Erosionsschutzmaßnahmen

So berichtet FEIN (2001) in seinem Erfahrungsbericht zum Einbau einer Rekultivierungsschicht der Deponie Eisenberg, dass drei Aspekte beim Einbau der Wasserhaushaltschicht zu Stillständen bzw. zu Beeinträchtigungen geführt haben. Dabei stellt FEIN heraus, dass das größte Problem die unerwarteten und lang anhaltenden Niederschläge im Baujahr darstellten. Sie führten dazu, dass aufgrund von zu hohem Wassergehalt des Bodens die Baumaßnahme längeren Stillstandzeiten unterlag. Im Ergebnis konnte die geplante Begrünung zum Erosionsschutz der Rekultivierungsschicht vor Eintritt des Winters nicht mehr durchgeführt werden.

BLOEMER (2008) widmet den Aspekten des geänderten Klimawandels in Bezug auf Erosionsgefahren u. a. für Böschungen einen sehr eingehenden Artikel, in dem er beschreibt, wie sich der Klimawandel auf die Erstellung eines ingenieurb biologischen Bauwerkes auswirken kann. Besonders herauszustellen ist, dass

- die Sommerniederschlagsmengen zurückgehen
- jedoch Starkregenereignisse im selben Zeitraum steigen und
- die Temperaturen zunehmen.

So stellen die abnehmenden Niederschlagsmengen für die - junge - Vegetation einen zusätzlichen Stressfaktor dar. Für den Boden selbst erhöht sich die Gefahr von Erosion, Zerstörung der Bodenaggregate sowie Bodenverschlammung durch extreme Niederschläge. Hierdurch steigt ebenfalls die Gefahr der Beschädigung die Jungpflanzen und Keimlinge. Die daraus resultierenden Konsequenzen an ingenieurb biologischen Bauwerken zum Schutz von Erosion sind nach BLOEMER (2008) - Auszug -:

- Einsatz von Wasser speichernden Bodenverbesserungsmitteln
- Verstärkter Einsatz von organischen Langzeitdüngern
- Saatgut für Trockenlagen
- Prävention und Schadensbehebung durch verstärkte ingenieurb biologische Bauweise wie Erosionsschutzmatten
- Einsatz Gefüge verbessernder Stoffe und Mulchsaaten

Entscheidend für den größtmöglichen Erfolg eines Bauwerkes, wie eine Rekultivierungsschicht, ist, so BLOEMER, die vorausschauende Planung der Ansaaten und geeigneter Erosionsschutz.

2 Erosionsschutz und Begrünungssysteme

Die beschriebene sensible Phase nach erfolgtem Einbau und vor dem Erstbewuchs bzw. der vollen Funktionsfähigkeit der Rekultivierungsschicht hat bereits vielfältige Lösungen für unterschiedliche Fragestellungen hervorgebracht. Ein Vergleich einiger Systeme im Erosionsschutz und den Begrünungssysteme dient dem Einstieg in die Thematik.

2.1 Erosionsschutz und Begrünungssysteme

Für den reinen Erosionsschutz stehen diverse Produkte auf natürlicher und synthetischer Basis und verschiedene Techniken zur Ausbringung von Saatgut zur Verfügung. Nachfolgend ein (nicht vollständiger) Vergleich von verschiedenen Systemen zum Schutz vor Erosion und/oder zur Begrünung (in Anlehnung an SCHICHEL, STERN, 1992 sowie Erweiterung um eigene Erkenntnisse).

Anspritzverfahren Nasssaat, Hydrosaart

Anwendung: Maschinelle Begrünung steiler Böschungen mit Rohboden

Vorteile: rasche, einfache Herstellung, Maschineneinsatz möglich, Aufbringen aller Komponenten in einem Arbeitsgang

Nachteile: befahrbare Baustelle notwendig, beschränkte Einsatzweite der Maschinen, unsicherer Aufwuchserfolg auf trockenen Standorten (Sonnenhänge)

Zeitraum: Vegetationszeit

Mulchsaat

Anwendung: Großflächige Sicherung von Einschnitts- bzw. Dammböschungen mit Rohboden, besonders auf extremen Standorten

Vorteile: bester öko-klimatischer Effekt, rasche, sichere Auskeimung (Glashauseffekt) und Entwicklung, Bildung einer Humusschicht, mechanischer Schutz der Bodenoberfläche

Nachteile: mehrere Arbeitsgänge, auf Höhenbaustellen verrotten Deckschichten langsam

Zeitraum: Vegetationszeit

Saaten auf Erosionsschutznetzen

Anwendung: Steilböschungen, Sandböschungen, Uferböschungen

Vorteile: sofortiger Erosionsschutz

Nachteile: aufwendig, teuer

Zeitraum: Vegetationszeit

Schafwollmatten

Anwendung: extreme Standorte und extreme Böden, Böschungssicherung mit Draineffekt, Begrünungshilfe mit natürlichen Nährstoffdepots, Großflächige Sicherung von Einschnitts- bzw. Dammböschungen mit Rohboden

Vorteile: sofortiger Erosionsschutz, Wasserspeicher, beschleunigtes Pflanzenwachstum, Verdunstungsschutz für den Boden, Erosionsschutz, günstiges Mikroklima mit Temperatenausgleich sowie Kälteschutz, Nährstofflieferant, Dainagewirkung, ökologisch unbedenklich, leichte Anwendung zu jederzeit

Nachteile: saisonales Aufkommen von Schurwolle bzw. Vorhaltung von Rohwollen

Zeitraum: ganzjährig (optional: zusätzliche Ansaaten vorwiegend in der Vegetationsperiode)

3 Schafwolle en detail

3.1 Eigenschaften und Wirkung

Die unbehandelte Schafwolle ist sowohl Erosionsschutz als auch Begrünungssystem. Kennzeichnend ist, dass die Wolle durch die ihr eigene Struktur ohne Zusätze oder weitere Arbeitsschritte sofort nach dem Verlegen wirksam vor Erosionen schützt. Die für den Erosionsschutz entscheidenden Charakteristika werden nachfolgend dargestellt.

3.1.1 Herstellung

Im günstigsten Fall wird Rohwolle aus der Region der Baustelle für die Wollmattenherstellung verwendet. Dies stellt sicher, dass autochthones Saatgut, das in der unbehandelten Wolle enthalten ist, ausgebracht wird.

Die unbehandelte Wolle wird mit Hilfe eines Reisers (Maschine aus der Textilindustrie) zu lockeren Flocken verarbeitet. Mittels einer speziellen Maschine wird aus mehreren Fäden im Inneren und den Schafwollflocken außen herum ein langer Wollstrang erzeugt. Dieser wird durch einen Mantelfaden aus einem Baumwoll-Viskose-Gemisch in Form gehalten. Der Durchmesser des Wollstrangs kann zwischen 3 cm und 10 cm variiert werden. Bewährt hat sich ein Durchmesser von 4 cm.

Der Wollstrang wird auf einem Rahmen mäanderförmig mit Hanf/PP-TEX-Garn zu einer Matte verknüpft. Das 1,10 m breite Mattensegment kann bis zu einer Länge von 30 m hergestellt werden. Hierdurch wird ermöglicht, das Erosionsschutzgewebe als Geotextil in Größe und Struktur den Gegebenheiten des jeweiligen Einsatzortes anzupassen. Eine werkseitige Vorkonfektionierung der Mattensegmente nach den spezifischen Anforderungen des jeweiligen Projektes (entsprechend der Aufmaße für die zu sichernde Böschung, Halde etc.) reduziert den Verlegeaufwand und Materialeinsatz (kein Verschnitt/Überlappung).

Neben den im Wollstrang vorhandenen regionalen Saaten kann jede Saatgutmischung in die Gebinde eingearbeitet werden.

Bei der beschriebenen Herstellungsweise weist die Matte die folgenden technischen Daten auf:

- Das Gewicht beträgt 1,2 kg/qm, mit einer Fertigungstoleranz von +/-10%
- Die Zug-Reißfestigkeit weist 50 kn/qm (500 Rkm) sowohl vertikal als auch horizontal auf
- Die Streck- bzw. Schergrenze liegt vertikal und horizontal bei 10%

3.1.2 Einbau der Schafwollmatte

Der Einbau der Wollmatte kann jederzeit, d. h. unabhängig von Jahreszeiten, erfolgen. Ein maschineller Einsatz ist nicht erforderlich: Die Matten werden ca. 0,5 m über die Böschungskante gezogen und mit Holzpflocken, Stahlnägeln oder auch triebfähigen Stecklingen (je nach Bodenklasse) im (elastischen) Stoßbereich und an den Enden der Flächen befestigt. Das nachfolgende Schema zeigt den Einbau einer Wollgewebematte „WGW 40“ der Firma GEOTEX GmbH.

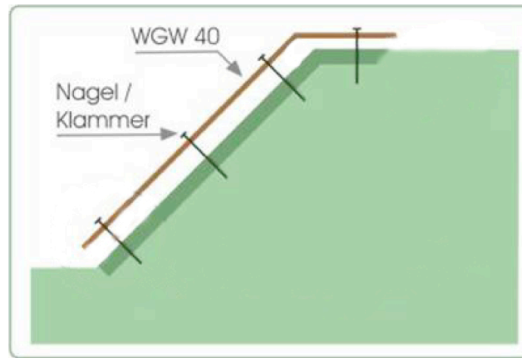


Abbildung 1 Einbauschema (seitliche Ansicht) der „WGW 40“ Wollgewebematte der Firma GEOTEX GmbH

Pro Quadratmeter sind ca. 2 - 5 Befestigungspunkte notwendig. Wichtig ist, dass Unebenheiten nicht überspannt werden und ein guter Bodenkontakt beim Einbau erfolgt, damit die Wolle sich mit dem Bodenmaterial verhaken kann. Die Abbildung 2 zeigt den Einbau in der Draufsicht.

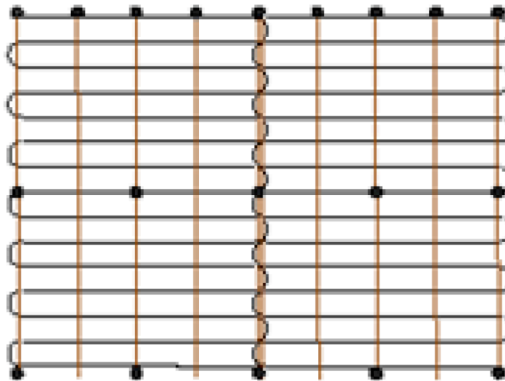


Abbildung 2 Einbauschema (Draufsicht) der „WGW 40“ Wollgewebematte der Firma GEOTEX GmbH

3.1.3 Anforderungen und Wirkung der Wollmatten

Geotextilien und andere Erosionsschutzsysteme haben in erster Linie die Aufgabe lockere Oberflächenschichten – im Deponiebau eben die Rekultivierungsschicht – zu stützen und zu festigen bis das Wurzelwerk des Bewuchses in der Lage ist diese Funktionen zu übernehmen. Dieser Zeitraum kann mehrere Jahre betragen.

Erosionsschutz

Ziel ist es Erosionsereignisse durch Starkregen, lang anhaltende Niederschläge oder Wind durch den Einsatz von Erosionsschutzsystemen zu minimieren bzw. zu verhindern. Durch den mäandrierenden Wollstrang der Geotextilmatte lagern sich abgespülte Bodenpartikel an bzw. werden gestoppt. Das zwischen den Mäandern abgelagerte Bodenmaterial bildet die Keimgrundlage für den Bewuchs. Ein Unterspülen, wie es bei anderen Erosionsschutzmatten (Jute, Kokos, Stroh) beobachtet wurde, zeigte sich in keinem der durchgeführten Projekte. KÖHLER ET AL (2009) bestätigte, dass sich Wollgewebematten „WGW 40-E“ von Fa. GEOTEX in einem Pilotprojekt insbesondere beim Erosionsschutz durch

- die Verminderung des Abflusses auftretender Niederschläge
- die Verminderung der Erosionswirkung
- den pflanzenverfügbaren Rückhalt des Wassers sowie
- den Rückhalt erodierter Bodenteilchen hinter den Wollsträngen

auszeichnet. Im Gegensatz zu anderen Systemen (beispielsweise Stroh-, Heu-, Kokosmatten oder auch Krallmatten aus PP-/PE-Material) kann die Schafwolle auf stark strukturierten Böschungen verlegt werden. Sie passt sich auch starken und extremen Strukturen sehr gut an und formt diese vollkommen aus.

Bei korrekter Verlegung der Wollmatten wird ablaufendes Niederschlagswasser über die gesamte geschützte Fläche in seiner Geschwindigkeit reguliert und kann gezielt in vorhandene Systeme abgeleitet werden.

Das Wollhaar heftet sich auf die Bodenstruktur, ähnlich einem Klettverschluss. Damit ist der sofortige Erosionsschutz gegeben. Bei extremen Standorten, Böschungsneigung bis 1:0,5, Fels, Geröll, Sand, Betonrecycling und bei pH-Wert des Boden von 3,5 bis 12 sowie winderosionsanfällige flache und ebene Fläche wirkt die Wolle direkt nach der Verlegung der Erosion entgegen. Rohböden, Steilböschungen, Geröll- und Felsböschungen sowie zur Oberbodensicherung auf Damm- und Einschnittböschungen sind klassische Einsatzgebiete.

Wasserspeicherung/Mikroklima

Die Rohwolle ist in der Lage bis zum Vierfachen der Eigenmasse an Niederschlags- bzw. Tauwasser aufzunehmen und zu speichern. Die Niederschlagsaufnahmemenge beträgt - bei einer Grundfeuchte von ca. 18% - etwa 6000 ml/m². Die langsame Abgabe der gespeicherten Feuchtigkeit an den Boden, an das Saatgut und/oder an die Pflanzen, wirkt sich für Jungpflanzen insbesondere bei trockenen Sommern sehr günstig

aus. Ein anfängliches Bewässern wie vom LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU beschrieben, entfällt oder wird auf ein Minimum reduziert. Zusätzlich hat sich die Wolle als Verdunstungsschutz für den Boden selbst herausgestellt, wodurch das Mikroklima vorteilhaft beeinflusst wird. Die Wolle wirkt Temperatur ausgleichend und auch als Kälteschutz, wodurch auch bei klimatisch schwierigen Lagen der Anbau von gewünschten Pflanzen/Kulturen gefördert bzw. begünstigt wird.

Düngung/Verrottung

Die Verrottung des Tierhaares erfolgt je nach den gegebenen Standortbedingungen unterschiedlich: Durchschnittlich ist mit einer Verrottungszeit von 5-7 Jahren zu rechnen. Der dabei pro Jahr freigesetzte Stickstoffanteil liegt bei 10,0 - 11,5% und kann als Langzeitdünger eingestuft werden. Alle weiteren verwendeten Materialien wie Leit-, Mantel- und Kettfäden verrotten ebenfalls und müssen nicht rückgebaut werden.

Das in der Schafwolle enthaltene Lanolin (Wollfett) und weitere körpereigene organische Faserproteine (Keratin) dienen dem vorhandenen Saatgut als integrierter Startdünger. Aufgrund der durchschnittlichen Verrottungszeit der Schafwolle von 5-7 Jahren wird in diesem Zeitraum der Pflanzenbestand mit Nährstoffen hinreichend versorgt.

Bewuchs/Durchwurzelung der Rekultivierungsschicht

Um vornehmlich autochthones Saatgut auszubringen, sollte die Wolle aus der regionalen Schafzucht stammen, da die ungewaschene Wolle bereits Saat von den bewirtschafteten Flächen enthält. Daneben können weitere definierte Saatmischungen dem Wollstrang beigegeben werden.

Durch die Mäander der Wollmatte wird ein Auswaschen des Bodenmaterials (s. o.) verhindert, aber ebenso werden die Keimlinge der Gras- und Krautflora an ihrem Platz gehalten und tragen somit ebenfalls zum Erosionsschutz der „ersten Stunde“ bei.

Bei der Verwendung von den bekannten Erosionssystemen wurde beobachtet, dass großblättrige Pflanzen den Erosionsschutz anhoben. Dies wurde von KÖHLER ET AL für die Wollmatte nicht bestätigt. Somit ist sichergestellt, dass der Erosionsschutz der Wollmatte nicht durch den Bewuchs selbst (teilweise) zerstört bzw. aufgehoben wird.

3.2 Nachhaltigkeit/Wirtschaftlichkeit

Bei der Betrachtung der ökonomischen Parameter der Wollmatten sind Ökologie und Ökonomie eng verstrickt. Ein 1:1-Vergleich (z. B. Preis pro qm) ist zwischen den verschiedenen Erosionsschutzsystemen m. E. nicht angezeigt. Vielmehr müssen Neben- und Folgekosten mit einander verglichen werden. Die können sein:

- a. Maschineneinsatz
- b. zusätzliche Düngemaßnahmen
- c. Kombination von verschiedenen Maßnahmen
- d. mehrfacher/wiederholter Einsatz von einzelnen oder kombinierten Maßnahmen
- e. Bewässerung
- f. Rückbau

Die Schafwollmatte bedarf keiner der oben dargestellten zusätzlichen Maßnahmen. Sie ist nach dem Einbau direkt wirksam sowohl als Erosionsschutz als auch als Begrünungsmaßnahme. Weitere Ansaaten sind grundsätzlich nicht notwendig. Die Wolle unterstützt den sukzessiven Bewuchs.

Die Wolle selbst ist ein nachhaltiges Produkt aus einem nachwachsenden Rohstoff, das sowohl in der Herstellung als auch als Wollmatte keine negativen Auswirkung auf die Umwelt hat und somit Ressourcen schonend ist. Die Bewirtschaftung von Weideflächen durch Schafe (z. B. bei der Deichpflege) ist umweltverträglich und nachhaltig. Bevorzugt sollten jedoch Wollen aus der Region der Baumaßnahme, schon aus Gründen des standorttypischen Bewuchses, herangezogen werden. Werden keine chemischen oder biologischen Zusätze zum Wollstrang hinzugegeben, kann auch unter diesem Aspekt die Nachhaltigkeit der Wolle im Erosionsschutz unterstellt werden.

Da Nachbesserungen, Reparaturen durch Auswaschungen, Unterspülung (Schichtwasser) entfallen, trägt dies ebenfalls zu Kostenreduzierung bei. Ebenso muss kein zusätzlicher (Langzeit- oder Start-)Dünger oder Humus aufgebracht werden. Durch die vollständige Verrottung entfallen Rückbaumaßnahmen.

Aufgrund der bisherigen Erfahrungen ist die Verwendung von Schafwollmatten im Deponiebau zukunftsweisend. Gerade bei schwierigen und extremen Standorten durch

- schwierige Bodenarten
- nicht kalkulierbare oder auch bekannte extreme Witterungen und klimatische Verhältnisse
- extreme geotechnische Situationen

steht die Wollmatte als Erosionsschutz und Begrünungshilfe Planern und Bauausführenden in ihrer einfachen Anwendung, ökologisch und ökonomischen Verträglichkeit als alleiniges Hilfsmittel bei der Errichtung einer Rekultivierungsschicht oder als sinnvolle Ergänzung zu bekannten Systemen zur Verfügung.

Literatur

- Bloemer, S. 2008 Neue Landschaft. Ingenieurbioogie und Klimawandel – worauf sich Planer und Unternehmen einstellen müssen. Fachartikel
- Burkhard, G.; Egloffstein, T.; Mainka, A. 2010 Zeitgemäße Deponietechnik 2010. Standsicherheit von Oberflächenabdichtungssystemen. Oldenbourg Industrieverlag GmbH, München, ISBN 978-3-8356-3199-1
- Bund 2009 Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV)
- Egloffstein, Th.; Sturm, D.; Bräckelmann, H. 2008 Abschluss und Rekultivierung von Deponien und Altlasten 2008. Erfahrungen beim Bau von Wasserhaushalts-/Rekultivierungsschichten, Bodenqualität und -verfügbarkeit, unverdichteter Einbau, Erosions- und Setzungsverhalten, erste Langzeiterfahrungen. ICP Eigenverlag Bauen und Umwelt, ISBN 978-3-939662-04-4
- Fein, W. 2001 4. Deponieseminar des Geologischen Landesamtes Rheinland-Pfalz. Oberflächenabdichtung und Rekultivierung – Bau einer Wasserhaushaltsschicht – die Praxis zur Theorie am Beispiel der Deponie Eisenberg (Donnersberg). Geotechnik Bündiger Fein Welling GmbH, Mainz. www.geotechnik-mainz.de/aktuell-vortrag-wasserhaushaltsschicht.php
- Kauch, P. 2009 Vorlesungsskript: Baumethode soll die Entwicklung zu einer standortgerechten Ufervegetation ermöglichen und fördern. TU Graz, Landschaftswasserbau, Ingenieurbioogie, Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau. http://portal.tugraz.at/portal/page/portal/TU_Graz/Einrichtungen/Institute/Homepages/i2150
- Köhler, U.; Artschwager, C. 2009 Zustandsdokumentation zum Pilotprojekt Böschungssicherung mit Wollgewebematten. Ausbau der K 2524 zwischen Wallbach und Metzels. Zwischenbericht.
- N. N. / Landesamt für Geologie und Bergbau - Rheinland-Pfalz 2006 Landesamt für Geologie und Bergbau - Rheinland – Pfalz. Zukunftsweisender Deponiebau in Rheinland-Pfalz. www.lgb-rlp.de/fileadmin/cd2009/download/hydrogeologie/hydro_deponie.pdf

- Schmeisky, H.; Hofmann, H. 2005 Landesamt für Umweltschutz des Landes Sachsen-Anhalt: Fachgespräch zum Thema Rekultivierungs-/ Wasserhaushaltsschichten als mögliches Sicherungselement für Deponien. Etablierung von Vegetationsbeständen auf Rekultivierungsschichten von Deponien. IUP Ingenieure GmbH, Braunschweig, www.iup-net.de
- Schiechtl, H.; Stern, R. 1992 Handbuch für naturnahen Erdbau. Österreichischer Agrarverlag, Wien, ISBN 3-7040-1063-4
- Wegener, B. 2005 Landesamt für Umweltschutz des Landes Sachsen-Anhalt: Fachgespräch zum Thema Rekultivierungs-/ Wasserhaushaltsschichten als mögliches Sicherungselement für Deponien. Genehmigung und Ausführung von Wasserhaushaltsschichten auf Hausmülldeponien in Sachsen-Anhalt. IUP Ingenieure GmbH, Braunschweig, www.iup-net.de
- Witt, K. J.; Johannsen, R. 2009 5. Leipziger Deponiefachtagung. Geotechnische und Ingenieurbiologische Maßnahmen zum Erosionsschutz von Rekultivierungsschichten. Vortrag

Anschrift der Verfasserin:

Dipl.-Geologin Katja Skudelny
Geotex GmbH
Untere Röde 13
D- 36466 Dermbach/Rhön
Telefon +49 40 74 57 04 03
Email: steinbrecher@geotex-gmbh.de
Website: www.geotex-gmbh.de