

Lebenszyklusanalysen von Bauweisen mit Geokunststoffen im Vergleich zu Bauweisen mit konventionellen Baustoffen

aktualisiert Januar 2015

IVg.

Geokunststoffe,
immer ein guter Grund.

Vier starke Pluspunkte.

+ gleichbleibend hohe, industriell gefertigte Qualität

+ leistungsstarke und langlebige Produkte

+ ökonomisch und ökologisch unverzichtbar

+ sicheres und innovatives Bauen mit vielen Gestaltungsmöglichkeiten

= Geokunststoffe

Inhalt

4	Vorwort
5	1. Einleitung
6	2. Überblick der wichtigsten Studien
7	2.1 WRAP (Waste & Resources Action Programme) Geosystems Report, Sustainable Geosystems in Civil Engineering Applications.
8	2.2 Egloffstein, T. (2009). Bauverfahren mit mineralischen Baustoffen und Bindemitteln im ökologischen Vergleich mit dem Einsatz von Geokunststoffen.
9	2.3 EAGM Studie: Stucki M, B. S. (2011). Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Materials.
9	2.3.1 Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen
11	2.3.2 Untersuchungsgegenstand und Sachbilanzen
12	2.3.2.1 Fallstudie 1: Filtersystem unterhalb eines Verkehrsweges
14	2.3.2.2 Fallstudie 2: Bodenstabilisierung eines Straßenunterbaus
16	2.3.2.3 Fallstudie 3: Dränschicht
18	2.3.2.4 Fallstudie 4: Stützbauwerke
21	3. Schlussfolgerungen
22	Bibliographische Angabe der EAGM Studie
22	Literatur
24	ivg.Mitglieder

Vorwort

Geokunststoffe werden in vielen Anwendungsbereichen eingesetzt, wie z. B. im Straßen- und Eisenbahnbau, Wasserbau, Erd- und Grundbau und Deponiebau. Mit ihrer hochwertigen Qualität und Langlebigkeit sind sie heute fester Bestandteil vieler anspruchsvoller Projekte. Sie reduzieren / ersetzen konventionelle Baustoffe und tragen somit erheblich dazu bei, Projekte ökologischer und ökonomischer zu realisieren.

Im Industrieverband Geokunststoffe (IVG) haben sich namhafte deutsche und internationale Unternehmen zusammengeschlossen, die Geokunststoffe für den Baubereich entwickeln, herstellen und vertreiben. Der IVG setzt sich auf nationaler und internationaler Ebene intensiv für verbindliche Standards ein. Als Kompetenzzentrum bündelt er die Aktivitäten und kommuniziert die einzigartigen Produkteigenschaften von Geokunststoffen und stellt sicher, dass Qualitätsstandards eingehalten werden.

Ein Beispiel hierfür ist das ivg.Produktzertifikat. Der IVG und die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) haben gemeinsam Richtlinien für die Prüfung und Zertifizierung von Geokunststoffen entwickelt. Nur Produkte, die diese freiwillige Überwachung durchlaufen, erhalten das ivg.Produktzertifikat und dürfen das ivg.Produktqualitätszeichen „Güteüberwachung Geokunststoffe“ tragen. Das Verfahren gilt als Nachweis einer gleichwertigen freiwilligen Überwachung nach ZTV E-StB 2009 und macht die ansonsten geforderte Baustoffeingangsprüfung (BEP) überflüssig. Diese Vorgehensweise war notwendig, da seit 2002 die Produktkennwerte infolge der CE-Kennzeichnung vom Hersteller selbst festgestellt werden, ohne dass ein unabhängiges Institut die Werte überprüfen muss.

Wir hoffen, dass Ihnen diese Broschüre die Vorteile der Bauweise mit Geokunststoffen näher bringt und verdeutlicht. Wir sind dankbar für Fragen und Hinweise. Bitte richten Sie diese direkt an den IVG. Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Lesen.

1. Einleitung

Die Reduzierung der negativen Folgen der Klimaveränderung ist eines der wichtigsten strategischen Ziele der Europäischen Union. Dementsprechend arbeiten die europäischen Mitgliedsstaaten intensiv daran, ihre Treibhausgasemissionen substanziell zu senken, sodass möglichst andere Nationen und Regionen zur Nachahmung veranlasst werden.

Die internationale Gemeinschaft hat sich in der s.g. Übereinkunft von Kopenhagen in 2009 darauf verständigt, dass die durchschnittliche Erderwärmung auf nicht mehr als 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau steigen darf. Dies ist gleichbedeutend mit einem Temperaturanstieg von nicht mehr als 1,2 °C im Vergleich zu dem heutigen Temperaturniveau.

Die EU hat sich verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen bis 2020 um 20 % gegenüber dem Niveau des Jahres 1990 zu verringern (EU 2009). Deutschland hat zugesagt, seine Emissionen auf 79 % der Mengen des Jahres 1990 zu reduzieren.

Um die Reduktionsziele zu erreichen, müssen auch in solchen Industriebranchen Treibhausgasemissionen gesenkt werden, die vom EU-Emissionshandelssystem bisher nicht erfasst sind, wie beispielsweise das Bauwesen, die Landwirtschaft, die Abfallwirtschaft und der Transportsektor. Mit der Entscheidung zur Lastenverteilung haben alle Mitgliedstaaten für den Zeitraum von 2013 bis 2020 verbindliche jährliche Emissionsziele für Treibhausgase für die Bereiche festgesetzt, die nicht vom EU-Emissionshandelssystem abgedeckt werden.

Ein wesentlicher Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Bauwesen kann durch Geokunststoffanwendungen geleistet werden. Diese Vorteile gehen aus zahlreichen Veröffentlichungen der letzten Jahre hervor. Der Grund dafür ist, dass Geokunststoffe in vielen Fällen die Verwendung von konventionellen Baustoffen (wie z. B. Kies, Sand, Kalk, Zement) reduzieren bzw. vollständig ersetzen. Daraus folgt:

- Deutliche Einsparung von Baustoffmassen
- Erhebliche Transportreduzierung
- Geringe Emission bei der Herstellung
- Dauerhafte Funktionsfähigkeit

In den vergangenen Jahren wurden mehrere Studien durchgeführt, in denen die Treibhausgasemissionen und der kumulierte Energieaufwand (KEA) herkömmlicher Geokunststoffbauweisen verglichen wurden. Ziel dieser Studien war, sich einen Einblick in die Effekte der Anwendung von Geokunststoffen auf die Reduktion der Emissionen zu verschaffen. Die wichtigsten Studien werden in den folgenden Kapiteln zusammengefasst.

2. Überblick der wichtigsten Studien

Folgende Studien werden im Weiteren detaillierter dargestellt:

WRAP (Waste & Resources Action Programme)
Geosystems Report, Sustainable Geosystems in Civil Engineering Applications, February 2010

Egloffstein, T. (2009). Bauverfahren mit mineralischen Baustoffen und Bindemitteln im ökologischen Vergleich mit dem Einsatz von Geokunststoffen.

EAGM (European Association of Geosynthetic Manufacturers)
Studie: Stucki M, u.a. (2011). Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Materials.

2.1 WRAP (Waste & Resources Action Programme) Geosystems Report, Sustainable Geosystems in Civil Engineering Applications.

Die WRAP-Studie „Sustainable Geosystems in Civil Engineering Applications“ definiert und beschreibt die Anwendung von Geokunststoffen. Es werden Fallstudien vorgestellt, die den Nutzen dieser Bauweisen für die Umwelt aufzeigen und quantifizieren. Die Ergebnisse sind nachstehend zusammengefasst.

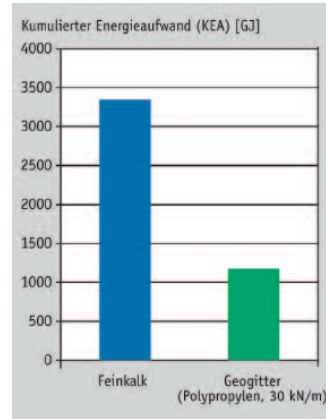
	Beschreibung	Ursprünglich vorgesehene Bauweise	Geokunststoffbauweise	CO ₂ -Reduzierung insgesamt
1	Schutzwall	Angefahrenes Gesteinsmaterial und Gabionen	Bewehrte Erde mit örtlich anstehenden Böden	89%
2	Verkehrsdamm	Angefahrenes Gesteinsmaterial	Bewehrte Erde mit örtlich anstehenden Böden	30%
3	Stützwand	Stahlbeton-Stützwand	Rückverhängte Raumgitterwand	70%
4	Stützwand	Stahlbeton-Stützwand	Stützwandsystem mit modularen Blöcken	57%
5	Stützwand	Spundwand	Stützwandsystem mit modularen Blöcken	80%
6	Stützwand	Dränage mit Hohlblocksteinen aus Beton	Dränage mit Geokomposit	28%

Tabelle 1: Berechnete CO₂-Reduktion nach WRAP, February 2010

2.2 Egloffstein, T. (2009). Bauverfahren mit mineralischen Baustoffen und Bindemitteln im ökologischen Vergleich mit dem Einsatz von Geokunststoffen.

In dieser vom IVG in 2012 zusammengefassten Studie wird am Beispiel einer Kreisstraße im Raum Aachen über den kumulierten Energieaufwand (KEA) ein einfacher Vergleich erstellt (siehe Abb. 1). Gegenüber herkömmlichen Untergrundverbesserungen – hier Einfräsen von Feinkalk – wird bei der Stabilisierung der Tragschicht durch ein Geogitter signifikant weniger Energie verbraucht. (Anmerkung: KEA – Kumulierter Energieaufwand – Energiebilanz eines Produktes oder einer Bauweise von der Gewinnung der Rohstoffe über den Transport, die Verarbeitung und die Nutzung bis zur Entsorgung).

Abb. 1: Kumulierter Energieaufwand der jeweiligen Bauweise mit einer kalk- bzw. einer geogitterbewehrten Untergrundverbesserung im Vergleich (Beispiel: Kreisstraße K34, Kreis Aachen, 2008; aus Egloffstein (2009))



Die Gesamtbilanz für den geogitterbewehrten Aufbau ist eindeutig vorteilhaft und insgesamt mit ausgesprochen niedrigen Emissionen verbunden (siehe Abb. 2).

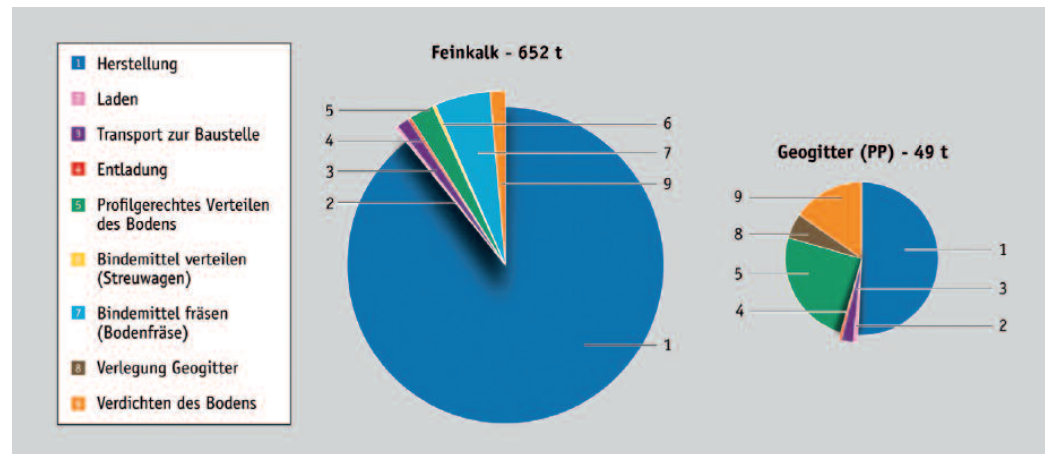


Abb.2 Kumulierte CO₂-Emissionen einer Untergrundverbesserung mit Feinkalk und Geogitterbewehrung im Vergleich (Beispiel Kreisstraße K34, Kreis Aachen, 2008; aus Egloffstein (2009))

2.3 EAGM Studie: Stucki M, B. S. (2011). Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Materials.

Die Anwendung von Lebenszyklusanalysen im Tiefbau ist bisher wenig verbreitet. Dies lässt sich damit begründen, dass zur Durchführung derartiger Analysen komplizierte und zeitaufwändige Studien benötigt werden. Darüber hinaus ist jedes Bauvorhaben in der Ausführung einzigartig.

Um den Beitrag von Geokunststoffanwendungen an der Reduzierung von Treibhausgasemissionen aufzuzeigen, hat die European Association of Geosynthetics Manufacturers (EAGM) die Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich und ESA-services Ltd. mit einer Vergleichsstudie zum Umweltverhalten von gebräuchlichen Baustoffen und Geokunststoffen beauftragt. In den meisten Fällen stellen sie eine vorteilhafte Alternative dar, indem sie konventionelle Baustoffen ersetzen. Zu diesem Zweck wurde eine Reihe von vergleichenden Lebenszyklusanalysen für verschiedene Funktionen und Anwendungsfälle durchgeführt.

Nachstehend die Zusammenfassung der Berechnungen und Schlussfolgerungen.

Der vollständige Bericht der Studie steht unter www.eagm.eu/lca-study zur Verfügung.

2.3.1 Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen

Für die Studie wurde eine Reihe von Lebenszyklen für ausgewählte Funktionen und Anwendungen – nämlich Filtern, Stabilisieren von Verkehrswegen, Deponiebau und Stützkonstruktionen – vergleichend analysiert. Dazu wurden von den Mitgliedern der EAGM Spezifikationen von vier für den europäischen Markt repräsentativen Bauweisen zur Verfügung gestellt. Diese entsprechen den derzeit anerkannten Regeln der Technik. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Fallstudien.

Die Studie basiert auf den Normen ISO 14040 und ISO 14044. Eine kritische Prüfung der Studie erfolgte durch ein Gremium aus drei unabhängigen Sachverständigen. Die Studie bezieht sich auf das Jahr 2009. Die Eingangsdaten für die Geokunststoffmaterialien, die anhand von Fragebögen zusammengetragen wurden, beziehen sich auf das Jahr 2009 bzw. in Ausnahmefällen auf 2008. Die verfügbaren Daten zu den sonstigen Materialien und dem Geräteinsatz sind etwas älter. Alle Daten berücksichtigen europäische Verhältnisse.

Fallstudie	Umschreibung	Bauweise
1A 1B	Filtersystem unterhalb eines Verkehrsweges	Filtersystem mit mineralischem Kiesfilter Filtersystem mit Geokunststoffen
2A 2B 2C	Bodenstabilisierung eines Straßenunterbaus	Konventioneller Aufbau ohne Stabilisierung Geokunststoffbewehrter Aufbau Bodenstabilisierung mit Zement/Kalk
3A 3B	Dränschicht in der Deponie-Oberflächenabdichtung	Mineralischer Dränschicht Geokunststoff-Dränschicht
4A 4B	Stützkonstruktion	Betonstützmauer Geokunststoffbewehrte Stützkonstruktion

Die alternativen Bauweisen einer jeden Fallstudie sind so bemessen, dass sie als technisch gleichwertig, mindestens jedoch als vergleichbar gelten können. Die in den vier Fallstudien verwendeten Geokunststoffe repräsentieren einen Produktmix verschiedener Marken, die für die jeweilige Anwendung geeignet sind. Die konventionellen Systeme entsprechen den gängigen Bauweisen. Das Umweltverhalten wurde anhand von acht Wirkungsindikatoren bewertet. Diese sind: Kumulierter Energieaufwand (KEA), Klimawandel (Treibhauspotential, GWP100), Photochemisches Ozonbildungspotenzial, Partikelbildungspotenzial, Säurebildungspotenzial, Eutrophierungspotenzial, Flächenkonkurrenz und Wasserverbrauch.

Zur Bewertung der Unsicherheiten der verwendeten Daten wurden Monte-Carlo-Simulationen durchgeführt. Diese sind so ausgeführt worden, dass abhängige Unsicherheiten ausgeschlossen wurden. In den Ergebnissen der Analysen wirken sich deshalb nur voneinander unabhängige Unsicherheiten der beiden miteinander verglichenen Bauweisen aus. Die Lebensdauer und die technischen Spezifikationen (Schichtdicke usw.) der unterschiedlichen Konstruktionen sind nicht in die Bewertung der Unsicherheiten eingeflossen. Jedoch werden Unsicherheiten berücksichtigt, die auf eine Variabilität der Dichte von mineralischen Baustoffgemischen und auf die Einbaugenauigkeit der Schichten (95%-Intervall von +/- 7 % oder +/- 3,5 cm für eine Kiesschicht von 50 cm) oder auf die benötigten Transportleistungen (95%-Intervall von +100 %/-50 %) zurückzuführen sind.

Tabelle 2: Überblick über die Untersuchungsgegenstände

Um die Zuverlässigkeit der Ergebnisse weiter zu verifizieren, wurden Sensitivitätsanalysen durchgeführt. In Fallstudie 1 wurde die Dicke der Filterschicht variiert, um verschiedene technische Spezifikationen zu berücksichtigen. In der Fallstudie 2 wurden analog vier Alternativen für den Straßen-aufbau untersucht. Diese beinhalten je zwei Alternativen für einen geokunststoffbewehrten Aufbau und zwei Alternativen für eine Stabilisierung des Unterbaus mit Zement oder Kalk.

2.3.2 Untersuchungsgegenstand und Sachbilanzen

Die vier Fallstudien sollten nicht mit einander verglichen werden, da sie unterschiedliche Anwendungsgebiete betreffen.

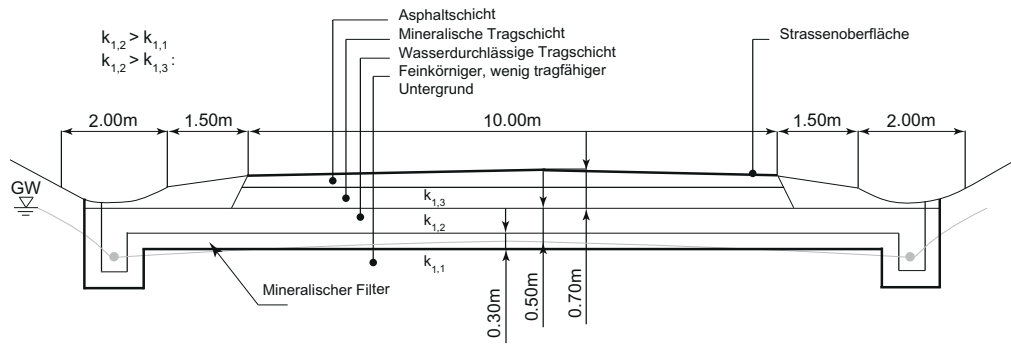
Für alle Fallstudien wurden Daten über die Produktion der Geokunststoffe von zahlreichen Herstellerunternehmen, die an der Studie teilgenommen haben, gesammelt. Aus den Sachbilanzen (LCI: Life Cycle Impact) der einzelnen Unternehmen wird die durchschnittliche Sachbilanz (LCI) des Geokunststoffmaterials ermittelt. Durchschnittliche Sachbilanzen werden für jede Fallstudie auf Grundlage gleich gewichteter Mittel der Umwelteinflüsse von Produkten, die von den teilnehmenden Mitgliedsunternehmen hergestellt werden, erstellt. Die technischen Spezifikationen aller vier Studien (z. B. Bedarf an mineralischen Baustoffgemischen und Diesel) werden gemeinsam mit Sachverständigen aus dem Tiefbau verifiziert. Die Modellierung der für die Errichtung der Bauwerke erforderlichen Materialien und Prozesse erfolgte mittels generischer Basisdaten. Wichtigste Quelle für die in dieser Studie verwendeten Basisdaten ist die Datenbank *ecoinvent data v2.2* (ecoinvent Centre 2010), die Daten über zahlreiche, häufig benötigte Materialien und Leistungen enthält.

In Abb. 4, 6, 8 und 10 werden die Umweltbelastungen der kompletten Lebenszyklen der vier Fallstudien gezeigt. Für sämtliche Indikatoren wurden die Umweltbelastungen der Alternative mit den jeweils höheren Belastungen auf 100 % skaliert. Die Gesamtbelastungen werden unterteilt in die Kategorien Infrastruktur (Straße, Deponie, Stützbauwerk), Rohmaterial (Bitumen, Kies, Geokunststoff, Zement, Kalk, Beton, Baustahl, Schalungsbretter), Baumaschinen (Anforderungen an die Ausführung), Transporte (von Rohstoffen auf die Baustelle) und Entsorgung (beinhaltet den Transport von der Baustelle zur Entsorgungsstelle und die Belastung der Entsorgung der verschiedenen Materialien).

2.3.2.1 Fallstudie 1 Filtersystem unterhalb eines Verkehrsweges

Die Anwendung besteht in der Bereitstellung einer Filterschicht. Geokunststoffe bieten sich als Trennlage sowie als Filtermedium zwischen dem gut verdichteten Untergrund und dem Unterbau an. Dies ist ausschlaggebend, damit die Tragfähigkeit des Straßenaufbaus erhalten bleibt. Der Geokunststoff verhindert einerseits, dass Gesteinskörner aus dem Oberbau des Straßenaufbaus in den Untergrund wandern und andererseits, dass Feinanteile aus dem Untergrund in den Straßenaufbau transportiert werden. Die beiden Querschnitte zeigen den Aufbau konventionell (1A) und unter Verwendung eines Geokunststoffes (1B)

Fallstudie 1A



Fallstudie 1B

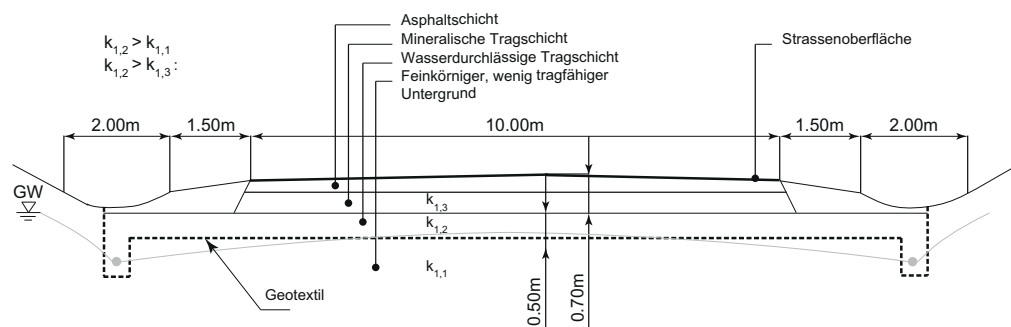


Abb. 3: Querschnitt des mineralischen Filters (Fallstudie 1A, oben) und Filtersystem mit Geokunststoff (Fallstudie 1B, unten)

Die Funktionseinheit in Fallstudie 1 wurde als Bereitstellung von 1 m² Filterschicht mit einer hydraulischen Leitfähigkeit (k-Wert) von mindestens 0,1 mm/s und einer Lebensdauer von 30 Jahren definiert.

Ergebnisse

Eine Filterschicht aus Geokunststoff reduziert die Umweltbelastungen in Bezug auf alle Indikatoren um mehr als 85 % im Vergleich zur konventionellen Bauweise (Kiesfilter). Die Unterschiede bei den Umweltbelastungen sind hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass die eingesetzten Geokunststoffe den Kies ersetzen, dessen Gewinnung und Transport zum Einbauort mit erheblich höheren Belastungen verbunden ist. Um dieselben oder geringere Umweltbelastungen zu erreichen, müssten in Bezug auf alle Indikatoren mindestens 8 cm Kies durch einen Geokunststoff ersetzt werden.

Der nicht erneuerbare, kumulierte Energieaufwand für die Herstellung von einem Quadratmeter Filterschicht mit einer Lebensdauer von 30 Jahren beträgt 131 MJ-eq. in der Fallstudie 1A und 19 MJ-eq. In der Fallstudie 1B 85 % Reduzierung.

Die kumulierten Treibhausgasemissionen belaufen sich auf 7,8 kg CO₂-eq./m² in der Fallstudie 1A und 0,81 kg CO₂-eq./m² der Fallstudie 1B, (89 % Reduzierung).

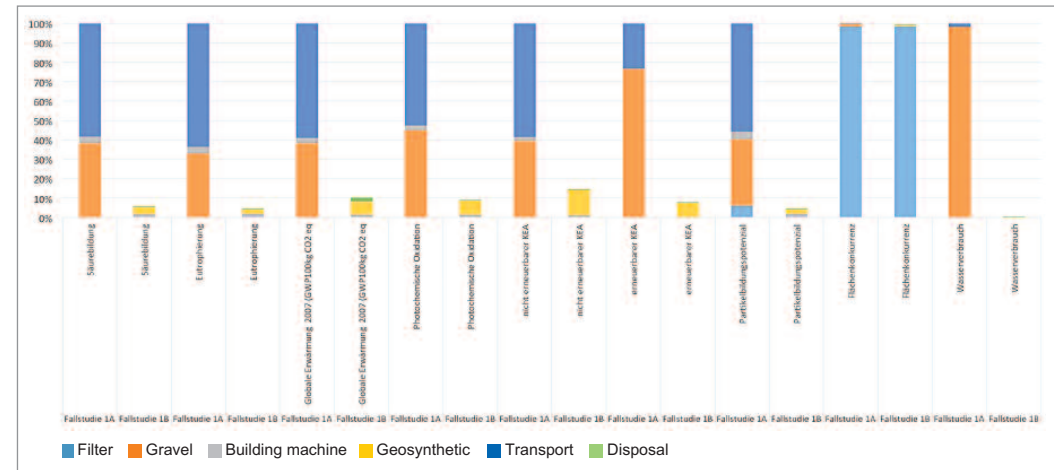


Abb. 4: Umweltbelastungen eines Lebenszyklus von 1 m² Filterschicht für die Fallstudien 1A und 1B. Für jeden Indikator werden die Umweltbelastungen der Alternative mit den jeweils höheren Belastungen auf 100% skaliert.

2.3.2.2 Fallstudie 2 Bodenstabilisierung eines Straßenunterbaus

Zur Untergrundverbesserung im Straßenbau werden ein konventioneller Aufbau ohne Stabilisierung (Fallstudie 2A), ein geokunststoffbewehrter Aufbau (Fallstudie 2B) sowie eine Bodenstabilisierung mit Zement/Kalk miteinander verglichen (Fallstudie 2C).

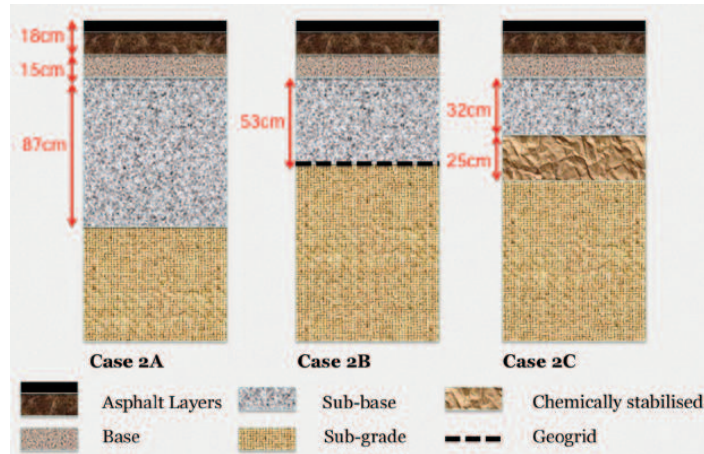


Abb. 5: Straßenbau für die Standardbauweise (Fallstudie 2A, links), mit Geogitterbewehrung (Fallstudie 2B, Mitte), sowie mit Kalk/Zement-Bodenverbesserung (Fallstudie 2C, rechts).

Mit der Fallstudie 2 wurde die Herstellung eines Straßenbaus der Bauklasse III auf stabilisiertem Untergrund untersucht. Die Funktionseinheit in Fallstudie 2 wurde als Herstellung von 1 ffd. Meter Straße der Bauklasse III mit einer Breite von 12 Metern und einer Lebensdauer von 30 Jahren definiert.

Ergebnisse

Bei Verwendung von Geokunststoffen zur Untergrundstabilisierung im Straßenbau (Fallstudie 2B) werden die Umweltbelastungen im Vergleich mit einem konventionellen Straßenbau (Fallstudie 2A) für alle Indikatoren um 5 % - 10 % reduziert.

Im Vergleich zum Straßenbau mit Zement-/Kalk-stabilisiertem Untergrund werden die Treibhausgasemissionen bei Verwendung von Geokunststoffen um 32 % reduziert.

Ein konventioneller Straßenaufbau (Fallstudie 2A) verursacht hinsichtlich sämtlicher untersuchter Wirkungsindikatoren höhere Umweltbelastungen als ein geokunststoffbewehrter Aufbau (Fallstudie 2B). Die höheren Belastungen bei Fallstudie 2A sind auf die Emissionen und den Ressourcenverbrauch im Zusammenhang mit einem höheren Bedarf an Baustoffgemischen sowie den erforderlichen Transport zurückzuführen.

Im Hinblick auf die globale Erwärmung verursacht der Straßenbau mit Zement-/Kalk-stabilisiertem Untergrund (Fallstudie 2C) im Vergleich zu den Fallstudien 2A und 2B höhere Belastungen, die im Wesentlichen auf geogene CO₂-Emissionen im Zusammenhang mit Kalzinierungsprozessen in der Zement- oder Kalkproduktion zurückzuführen sind. In Bezug auf die Landnutzung sind die Belastungen von allen drei Alternativen recht ausgeglichen, wobei die maximale Abweichung in Fallstudie 2C eine um lediglich 2,2 % geringere Landnutzung darstellt als in Fallstudie 2A. Die Fallstudie 2C hat ein geringeres Eutrophierungs- und Feinstaubbildungspotenzial im Vergleich mit den Fallstudien 2A und 2B und erfordert außerdem weniger Wasser.

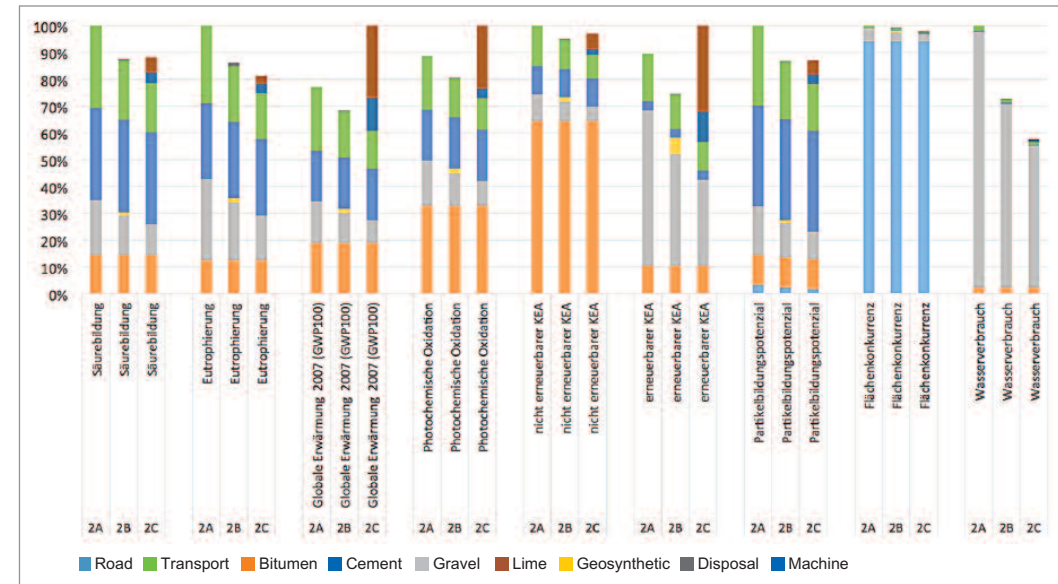


Abb. 6: Umweltbelastungen für die gesamte Lebensdauer eines 1 m langen Straßenabschnittes mit stabilisiertem Aufbau, Fallstudien 2A, 2B und 2C. Für jeden Indikator werden die Belastungen für die Umwelt, die die Alternative aufweist, mit den jeweils höheren Auswirkungen auf 100 % skaliert.

Der nicht erneuerbare, kumulierte Energieaufwand für die Herstellung von 1 lfd. Meter stabilisiertem Straßenaufbau mit einer Breite von 12 Metern und einer Lebensdauer von 30 Jahren ist 25.200 MJ-eq. in der Fallstudie 2A, 23.900 MJ-eq. in Fallstudie 2B (5 % Reduzierung) und 24.400 MJ-eq. in Fallstudie 2C (3 % Reduzierung).

Die kumulierten Treibhausgasemissionen belaufen sich auf 0,73 t CO₂-eq./m² in Fallstudie 2A, auf 0,65 t CO₂-eq./m² in Fallstudie 2B (11 % Reduzierung) und auf 0,95 t CO₂-eq./m² in Fallstudie 2C (30 % Erhöhung). Dementsprechend betragen die kumulierten Treibhausgasemissionen für den Bau eines 1 km langen Bauabschnittes mit stabilisiertem Untergrund 730 t CO₂-eq. in Fallstudie 2A, 650 t CO₂-eq. in Fallstudie 2B und 950 t CO₂-eq. in Fallstudie 2C.

2.3.2.3 Fallstudie 3 Dränschicht

In der dritten Fallstudie wurde der Einsatz einer geosynthetischen Dränschicht in der Deponie-Oberflächenabdichtung (Fallstudie 3B) mit einer herkömmlichen mineralischen Dränschicht (Fallstudie 3A) verglichen. Häufig werden Geokunststoffe eingesetzt, um ein Abwandern von Feinanteilen aus der Rekultivierungsschicht in die Dränschicht zu verhindern. Darüber hinaus wird ein zweiter Geokunststoff als Schutzschicht unterhalb der Dränschicht eingebaut, um sicher zu stellen, dass das darunterliegende Dichtungselement nicht durch die Dränage beschädigt wird. In der Praxis werden daher bereits ohnehin Geokunststoffe sowohl über als auch unter der Dränschicht eingesetzt. Die Anforderungen an alle übrigen Schichten im Deponieaufbau bleiben hinsichtlich Material und Aufbaustärken unverändert. Die folgende Darstellung zeigt die Aufbauten beider Alternativen.

Die Funktion in der Fallstudie 3 bestand in der Bereitstellung einer Dränschicht in der Oberflächenabdichtung einer Deponie für gefährliche/nicht gefährliche Siedlungsabfälle. Diese Dränschicht soll einströmendes Regenwasser oberflächlich ableiten. Die Funktionseinheit wurde definiert als Bereitstellung von 1 m² Dränschicht mit einer hydraulischen Leitfähigkeit (k-Wert) von mindestens 1 mm/s und einer Lebensdauer von 100 Jahren.

Ergebnisse

Eine geosynthetische Dränschicht (Fallstudie 3B) belastet die Umwelt weniger als eine mineralische Dränschicht (Fallstudie 3A).

EU-Richtlinie Alternative

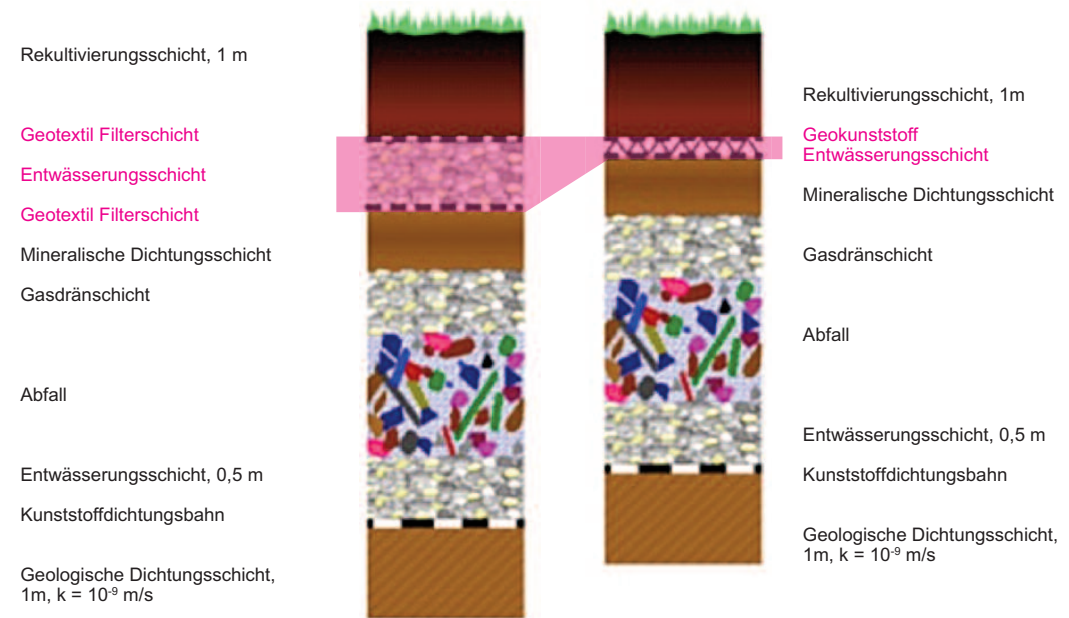


Abb. 7: Schematischer Aufbau für Deponien der Klasse 2 als Regelaufbau nach EU-Richtlinien (Fallstudie 3A, links) sowie mit Geokunststoffen als alternative Dränschicht in der Oberflächenabdichtung (Fallstudie 2B, rechts)

Die Hauptursache für den großen Wirkungsunterschied besteht im Abbau und dem Transport des mineralischen Gemisches für die konventionelle Bauweise. Mit Ausnahme der Flächenkonkurrenz sind die Belastungen der konventionellen Bauweise für sämtliche Indikatoren mehr als doppelt so hoch wie die der geosynthetischen Dränschicht.

Der nicht erneuerbare, kumulierte Energieaufwand für die Herstellung von 1 Quadratmeter Dränschicht beträgt 194 MJ-eq. in der Fallstudie 3A und 86 MJ-eq. in der Fallstudie 3B (56 % Reduzierung).

Die kumulierten Treibhausgasemissionen belaufen sich auf 10,9 kg CO₂-eq./m² in der Fallstudie 3A und 3,6 kg CO₂-eq./m² der Fallstudie 3B (67 % Reduzierung).

Demzufolge betragen die kumulierten Treibhausgasemissionen für den Bau einer Dränschicht auf einer Deponie mit einer Fläche von 30.000 m² 330 t CO₂-eq. in Fallstudie 3A bzw. 110 t CO₂-eq. in Fallstudie 3B.

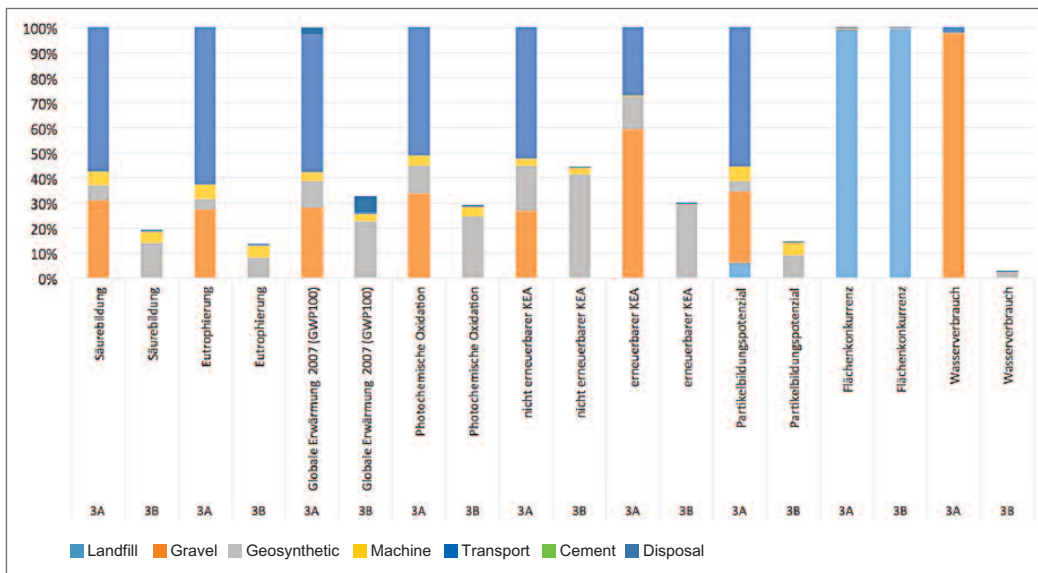


Abb. 8: Umweltbelastungen für die Lebenszyklen von 1 m² mineralischer Dränschicht (Fallstudie 3A) und einer geosynthetische Dränschicht (Fallstudie 3B). Für jeden Indikator werden die Umweltbelastungen der Fallstudie mit den jeweils höheren Belastungen auf 100 % skaliert.

2.3.2.4 Fallstudie 4 Stützbauwerke

In vielen Tiefbaumaßnahmen kann es erforderlich sein, übersteile Böschungen oder Wände zu errichten. Zur Sicherung werden Stützbauwerke erforderlich, die für die einwirkenden Zug- und Scherkräfte ausreichend bemessen werden müssen. In der Fallstudie 4 wurden Stützwände in Stahlbetonbauweise (Fallstudie 4A) mit geokunststoffbewehrten Stützkonstruktionen verglichen (Fallstudie 4B).

Als Funktionseinheit wurde das Errichten und Bereitstellen eines 1 m langen Abschnittes einer 3 m hohen Stützkonstruktion unter Berücksichtigung eines Regelquerschnitts definiert. Damit ist die Funktionseinheit unabhängig von der Gesamtlänge des Bauwerkes.

Ergebnisse

Im Gegensatz zu einem konventionellen Bauwerk kann bei einem geokunststoffbewehrten Stützbauwerk auf den Einsatz von Beton und Bewehrungsstahl verzichtet werden. Dies führt im Vergleich zur Standardbauweise zu Umweltbelastungen, die um 52 % bis 87 % geringer sind.

Der nicht erneuerbare, kumulierte Energieaufwand für die Herstellung von 1 lfd. Meter Stützbauwerk beträgt 12.700 MJ-eq. in der Fallstudie 4A und 3.100 MJ-eq. in der Fallstudie 4B (75 % Reduzierung).

Die kumulierten Treibhausgasemissionen belaufen sich auf 1,3 kg CO₂-eq./m in der Fallstudie 4A und 0,2 kg CO₂-eq./m der Fallstudie 4B (85 % Reduzierung).

Demzufolge betragen die kumulierten Treibhausgasemissionen für den Bau einer 300 m langen Stützkonstruktion 400 t CO₂-eq. in Fallstudie 4A bzw. 70 t CO₂-eq. in Fallstudie 4B.

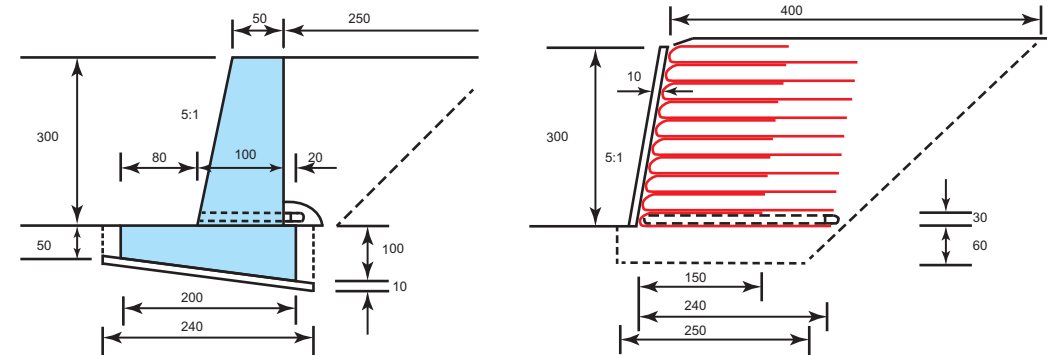


Abb. 9: Schematische Darstellung der Stützbauwerke: Betonstützmauer (Fallstudie 4A, links) im Vergleich zur geokunststoffbewehrten Stützkonstruktion (Fallstudie 4B, rechts).

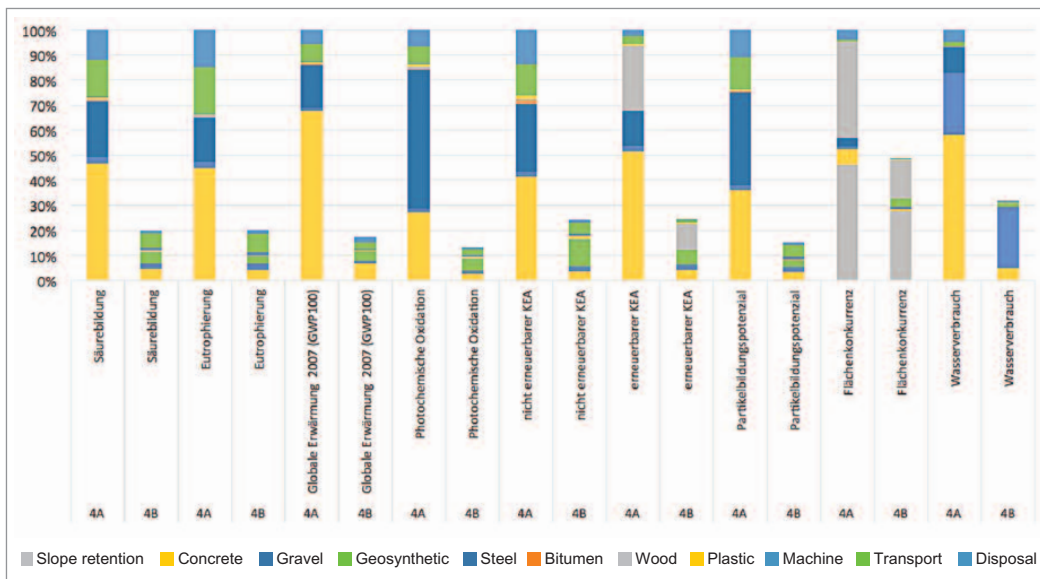


Abb. 10: Umweltbelastungen für die gesamte Lebensdauer von 1 m Stützkonstruktion, Fallstudien 4A und 4B. Für jeden Indikator werden die Umweltbelastungen der Alternative mit den jeweils höheren Belastungen auf 100 % skaliert.

3. Schlussfolgerungen

Basierend auf den vorgestellten Studien können folgende Aussagen getroffen werden:

1. Wenn ein mineralischer Kiesfilter im Straßenbau durch eine Filterschicht aus Geokunststoff ersetzt wird, beträgt die Reduktion der CO₂-Emission 80 - 90 %. Der kumulierte Energieaufwand wird in ähnlicher Größenordnung reduziert (80 - 85%).
2. Bei der Bodenstabilisierung beträgt die Reduktion der CO₂-Emission im Vergleich zu herkömmlichen Konstruktionen mit Tragschichten aus Kies oder Schotter 10 - 15 %. Im Vergleich zur Anwendung von Zement- oder Kalkstabilisierung beträgt die Reduktion 30 - 35 %. Die Reduktion des kumulierten Energieaufwands beträgt bis zu 64 %.
3. Bei der Anwendung von Geokunststoffen in einer Drän-schicht für die Deponie-Oberflächenabdichtung beträgt die Reduktion der CO₂-Emission 65 - 70 % und die des kumulierten Energieaufwands 50 - 60 %.
4. Die Reduktion der CO₂-Emission bei der Anwendung einer mit Geokunststoff bewehrten Stützkonstruktion im Vergleich zu einer Betonkonstruktion beträgt 80 - 85 %, der Energieverbrauch wird um 70 - 75 % reduziert.

Durch den Einsatz von Geokunststoffen wird ein wichtiger Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen und des kumulierten Energieaufwands geleistet und damit die Ziele der EU unterstützt.

Darüber hinaus lassen sich in zahlreichen Projekten auch ökonomische Vorteile gegenüber den konventionellen Bauweisen nachweisen.

Geokunststoffe = ökonomische Ökologie

Bibliographische Angabe der EAGM Studie

Titel

Vergleichendes Life Cycle Assessment von Geokunststoffbauweisen und herkömmlichen Baumaterialien (Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Materials)

Verfasser

Matthias Stucki¹, Sybille Büsser¹, René Itten¹, Rolf Frischknecht¹, Holger Wallbaum²
¹ESU-services GmbH, fair consulting in sustainability, Kanzleistr. 4, CH-8610 Uster www.esu-services.ch
Telefon: +41 44 940 61 35.
²Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Professur für Nachhaltiges Bauen, Wolfgang Pauli Strasse 15, CH-8093 Zürich www.ibi.ethz.ch/nb
Telefon: +41 44 633 28 01

Auftraggeber

European Association for Geosynthetic Manufacturers (Arbeitsgruppe der EAGM: Henning Ehrenberg (Convenor), Dave Williams, David Cashman, Harry Groenendaal, Heiko Pintz, Heinz Homölle, Karl Wohlfahrt, Kjell De Rudder, Klaus Oberreiter, Nicolas Laidié, Massimo Antoniotti)

Urheberrecht

Die EAGM ist Eigentümer der Sachbilanzdaten zur Herstellung von Geokunststoffen, die in dieser Studie angegeben werden. Der Austausch von Hintergrundinformationen zwischen den Geokunststoffherstellern und ETH/ESU erfolgte streng vertraulich.

Gestaltung

Giffhorn Design

Literatur

Egloffstein, T. (2009). Bauverfahren mit mineralischen Baustoffen und Bindemitteln im ökologischen Vergleich mit dem Einsatz von Geokunststoffen. Geotechnik mit Geokunststoffen 6. Geokunststoff-Kolloquium der NAUE GmbH & Co. KG.

EU. (2009). http://europa.eu/rapid/press-release_IP-09-1703_nl.htm.

IVG. (2012). Strassen- und Wegebau mit Geogittern. Industrieverband Geokunststoffe e.V.

Stucki M, B. S. (2011). Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Materials. Zürich: ESU-Services Ltd, EAGM.

WRAP. (February 2010). Sustainable geosystems in civil engineering applications, MRF 116, WRAP Geosystems Report. Banbury, Oxon, United Kingdom: WRAP (Waste & Resources Action Programme).

Klicken Sie sich zu den vielfältigen Fallstudien, Anwendungsbeispielen oder zu den Fachinformationen, dort finden Sie auch diese ivg.Broschüre.

www.ivgeokunststoffe.de/fallstudien
www.ivgeokunststoffe.de/anwendungsbereiche
www.ivgeokunststoffe.de/fachinformationen/eagm-studie.pdf

Geokunststoffe

reduzieren
die CO₂-Emissionen

um

bis

zu

89%.

BECO Bermüller & Co. GmbH

Rotterdammer Straße 7
90451 Nürnberg
Telefon +49 911 64 20 00
Fax +49 911 64 20 05 1
info@beco-bermueller.de
www.beco-bermueller.de

Bonar GmbH & Co. KG

Glanzstoffstraße 1
63784 Obernburg
Telefon +49 6022 8 12 -020
Fax +49 6022 8 12 -8 00
vertrieb.geosynthetics@colbond.com
www.colbond-geosynthetics.de

Fibertex Nonwovens A/S

Kölner Str. 101 (Verkaufsbüro DE/ AT/ CH)
57368 Lennestadt
Telefon +49 2721-71 55 49
Fax +49 2721-71 55 51
sales.de@fibertex.com
www.fibertex.de

FRANK GmbH

Starkenburgerstraße 1
64546 Mörfelden-Walldorf
Telefon +496105 4085-0
Fax +496105 4085-249
info@frank-gmbh.de
www.frank-gmbh.de

HUESKER Synthetic GmbH

Fabrikstraße 13-15
48712 Gescher
Telefon +49 2542 701-0
Fax +49 2542 701-4 99
info@huesker.de
www.huesker.com

MACCAFERRI DEUTSCHLAND GmbH

Kurfüstendamm 226
10719 Berlin
Telefon +49 30 88 00 79 89
Fax +49 30 88 00 79 80
office@maccaferri.de
www.maccaferri.de

NAUE GmbH & Co. KG

Gewerbestraße 2
32339 Espelkamp-Fiestel
Telefon +49 5743 410
Fax +49 5743 41 240
info@naue.com
www.naue.com

Saint-Gobain ADFORS

Viktoriaallee 3-5
52066 Aachen
Telefon +49 241 516 2641
Fax +49 241 516 2913
glasgrid.eu@saint-gobain.com
www.glasgrid.com

Synteen & Lückenhaus GmbH

Robert-Stehli-Strasse 8
79771 Klettgau-Erzingen
Telefon +49 7742 851-0
Fax +49 7742 851-188
info@synteen.de
www.synteen.de

TenCate Geosynthetics Deutschland GmbH

Max-Planck-Straße 6
63128 Dietzenbach
Telefon +49 6074 37 51 61
Fax +49 6074 37 51 91
service.de@tencate.com
www.tencategeo.de

Tensar International GmbH

Brühler Straße 9
53119 Bonn
Telefon +49 228 - 91 39 2-0
Fax +49 228 - 91 39 2-11
info@tensar.de
www.tensar.de

MITGLIEDER im
IVG.

Geokunststoffe,
immer ein guter Grund.

IVG

Industrieverband Geokunststoffe e.V.
Industrie Center Obernburg
63784 Obernburg
Telefon +49 6022 81 36 50
Fax +49 6022 81 36 59
info@ivgeokunststoffe.de
www.ivgeokunststoffe.de