

# **Kostenvergleich zwischen Bauweisen mit Geokunststoffen und Bauweisen mit herkömmlichen Baumaterialien für typische Anwendungsfälle.**

Kurzfassung des IVG e.V. zu einer 2023 von GEOscope GmbH, Dr. Jan Retzlaff, im Auftrag des EAGM erstellten Studie.

Stichworte: Geokunststoffe, Kosten, Filter, Tragschichtstabilisierung, EAGM, IVG

Hinweis: In Deutschland wird für Geokunststoffe auch der Begriff Geobaustoffe verwendet

## **1 Einleitung :**

Geokunststoffe werden in vielen verschiedenen Bereichen des Bauwesens und des Bergbaus eingesetzt. Sie ersetzen in den meisten Anwendungsfällen natürliche, nicht nachwachsend Rohstoffe (Sand, Kies, Schotter) Geokunststoffe. Sie tragen zum Klimaschutz bei, da nicht nachwachsende Ressourcen erhalten werden, und durch den wesentlich geringeren Transport- und Einbauaufwand für das gleiche Bauvorhaben wesentlich geringere Mengen an CO<sub>2</sub> und Feinstaub (durch Reifenabrieb) entstehen [1]

Aufbauend auf der Studie „Vergleichenden Ökobilanzen von Geokunststoffen gegenüber ‚konventionellen Baustoffen‘“ [2], in der die ökologischen Vorteile von Geokunststoffen für verschiedene Anwendungsfälle nachgewiesen werden, hat die „European Association of Geosynthetic product Manufacturers (EAGM)“ das Ingenieurbüro GEOscope GmbH beauftragte, für die gleichen Anwendungsfälle auch die Wirtschaftlichkeit von Bauweisen mit Geokunststoffen im Vergleich zu Bauweisen mit mineralischen Baustoffen wie Kies, Beton, Zement oder Kalk zu quantifizieren.

Die ökologischen Bewertungen wurden so mit dem Faktor Kosten ergänzt.

Das auf Leistungen im Bereich des Bauwesens, insbesondere zur Bemessung und Auswahl von Baustoffen spezialisierte Ingenieurbüro GEOscope GmbH führte die Kostenvergleiche durch.

Untersucht wurden 2 typische Anwendungsfälle

**Im Anwendungsfall 1 „Filterschicht im Straßenbau“** wurde die Kosten für einen Kiesfilter (Case 1A) mit einem Geotextil als Trenn- und Filterlage (Case 1B) verglichen.

**Im Anwendungsfall 2 „Tragschichtstabilisierung im Straßenbau auf schlecht tragfähigen Böden“** wurden die Kosten für die Tragschichtstabilisierung einer konventionellen Straße, bei der ein Bodenaustausch erforderlich ist (Fall 2A) verglichen mit einer mit Geokunststoffen bewehrten Tragschicht (Fall 2B).

### **1.1 Ergebnis**

**Für beide Anwendungsfälle, Filterelement und Tragschichtstabilisierung, konnte nachgewiesen werden, dass durch den Einsatz von Geokunststoffen die Kosten um jeweils mehr als 30 % reduziert werden können.**

**Die umfangreiche Reduzierung von Liefermengen und Bodenbewegungen und das daraus resultierende geringere Transportaufkommen führen zu diesen erheblichen Kosteneinsparungen.**

Der Vergleich basiert auf Kostensätzen des III. Quartals 2021. Aufgrund der seither deutlich gestiegenen Energie- und Treibstoffkosten sind die Kostenvorteile der Geokunststofflösung aktuell (Frühjahr 2023) noch einmal deutlich höher einzuschätzen.

## **2 BESCHREIBUNG DER ANWENDUNGSFÄLLE**

### **2.1 Anwendungsfall 1: Filterschicht im Straßenbau**

Verglichen wurde ein Kiesfilter (Case 1A) mit einem Geotextil als Trenn- und Filterlage (Case 1B).

Eine Trenn- und Filterschicht zwischen einer gut verdichteten Tragschicht und einem feinkörnigen Untergrund verhindert das Einsinken des Materials der Tragschicht in den Untergrund und das Hochpumpen von Feinstteilchen aus dem Untergrund in die Tragschicht. Beides würde die Tragfähigkeit der Tragschicht vermindern. Die Trenn- und Filterschicht ist unerlässlich, um sicherzustellen, dass die Tragschicht ihre Tragfähigkeit behält.

Die für die Kostenschätzung eingesetzten Baustoffe wurden entsprechen den Anforderungen des Bauwerks gewählt. Für CASE 1B wurde ein UV-stabilisierter Vliesstoff aus Polypropylen mit einem mittlere Flächengewicht von 175 g/m<sup>2</sup> eingesetzt. [3]

Die für den Filter verwendete Baumethode hängt von mehreren Faktoren ab. Die Spezifikationen sind in Tab. 1 dargestellt.

**In den CASES 1A und 1B werden die Kosten pro m<sup>2</sup> der Filterfläche verglichen.** Der zusätzliche Aushub im Randbereich für CASE 1A wird bei diesem Vergleich nicht berücksichtigt.

Parameter	Einheit	CASE 1A - konventionell -	CASE 1B - Geokunststoffe -
Größe des Filters	m <sup>2</sup>	1	1
Geosynthetischer Filter	g/m <sup>2</sup>	-	175
Kies	cm	30	0,2

Tabelle 1: Spezifikation des Filtersystems

Anhand dieser Parameter wird die erforderliche Dicke D des mineralischen Filters (CASE 1A) mit 300 mm berechnet, während für die geosynthetische Filterschicht (CASE 1B) die Dicke 2 mm beträgt.

Die typische Nutzungsdauer der Filtersysteme in CASE 1A oder 1B wird mit 30 Jahre angenommen.

Die Abbildungen 1a und 1b zeigen einen Querschnitt der Filterprofile, wie sie diesem Kostenvergleich zugrunde gelegt wurden.

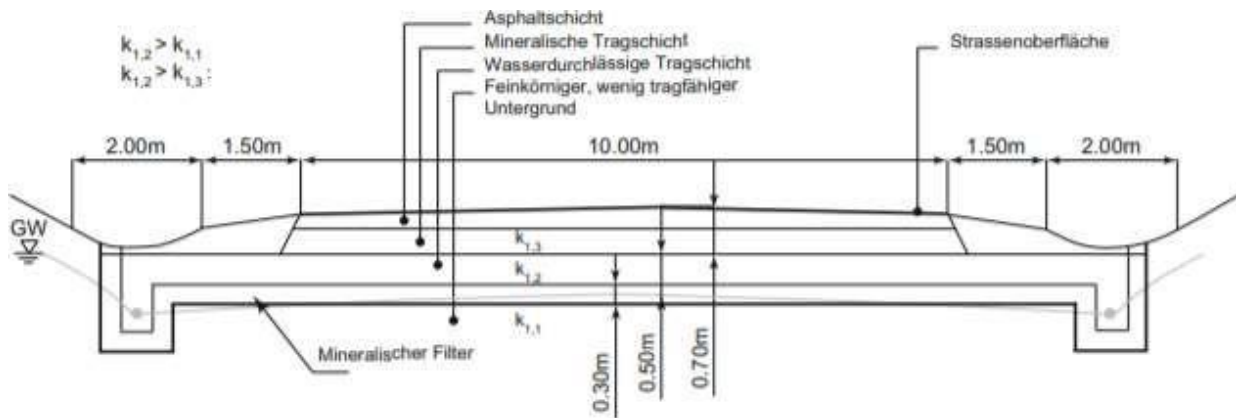


Abb. 1a: Querschnitt des mineralischen Filters (Case 1A) Quelle: IVG/EAGM

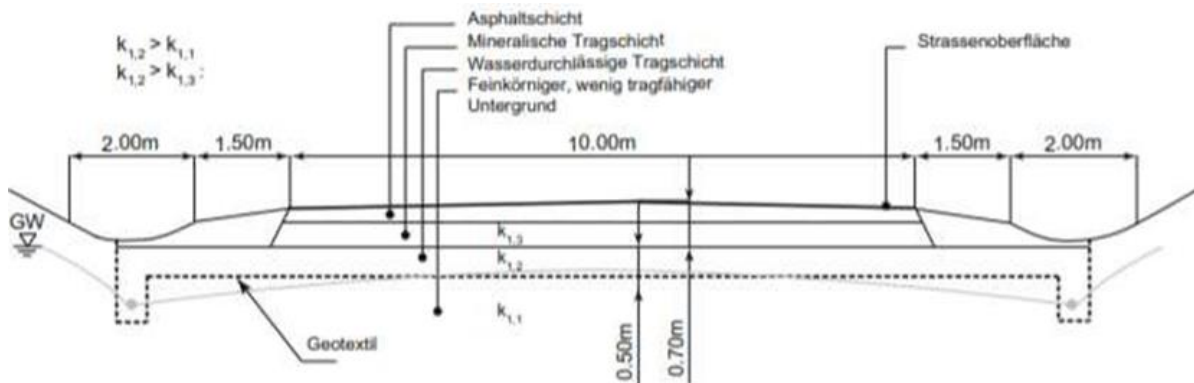


Abb. 1b: Querschnitt des Filtersystem mit Geokunststoff (Case 1B) Quelle: IVG/EAGM

## 2.2 CASE 2: Tragschichtstabilisierung im Straßenbau auf schlecht tragfähigen Böden

Im Straßenbau muss die Tragschicht bestimmte Anforderungen an Verdichtung und Tragfähigkeit erfüllen. Bei schlecht tragfähigen Böden kann eine Erhöhung der Tragfähigkeit des Unterbaus erforderlich werden.

Im zweiten Anwendungsfall wurde ein konventioneller Straßenaufbau auf schlecht tragfähigem Untergrund bei dem ein Bodenaustausch erforderlich ist (Case 2A) mit einer mit Geokunststoffen bewehrten Tragschicht (Case 2B) verglichen.

Als für diese Anwendung typischer Geokunststoff wurde ein Kombiprodukt (Geocomposit) ausgewählt, bestehend aus Vliesstoff aus Polypropylen mit 150 gr/m<sup>2</sup> und einem Geogitter aus Polyester mit einer Zugfestigkeit von 30 kN/m in beiden Richtungen.

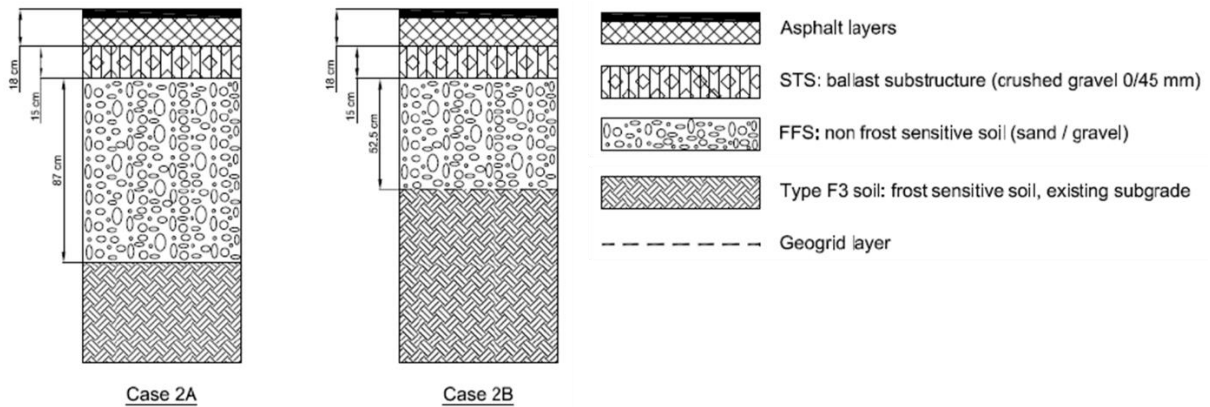


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Querschnitte mit rein mineralischem Aufbau (CASE 2A, links) und Aufbau mit Geogitterbewehrung (CASE 2B, rechts)

Parameter	Einheit	CASE 2A - konventionell -	CASE 2B - Geokunststoffe -
Straßenbreite	m	12	12
Geogitter	kN/m	-	30
Geokunststoff zum Trennen und Filtern	g/m <sup>2</sup>	-	150
Frostschuttschicht	cm	87	52,2
Schotterunterbau	cm	15	15
Asphaltschicht (insgesamt)	cm	18	18
Asphaltdeckschicht	cm	4	4
Asphaltbinderschicht	cm	14	14

Tabelle 2 Spezifikation beider Alternativen

Für die Tragschicht und die 14 cm dicke Binderschicht wurde eine Nutzungsdauer von 30 Jahren angenommen, für die 4 cm dicke Asphaltdeckschicht eine Nutzungsdauer von 15 Jahren.

### 3 KOSTENABSCHÄTZUNG

#### 3.1 GRUNDLAGEN

Kostenkalkulationen sind bis zur Fertigstellung des Bauwerkes eine mit Unsicherheiten behaftete Prognose, die das Kostenrisiko des Bauherrn bis zur Ausschreibung und das unternehmerische Risiko des Bieters nach Angebotsabgabe bis zur Fertigstellung beinhaltet.

Bei der vorliegenden Ausarbeitung handelt es sich um eine detaillierte Kostenschätzung, in der wesentliche Leistungen Berücksichtigung finden und wirtschaftliche Grenzen aufgezeigt werden sollen.

Die Ansätze basieren auf Kosten aus dem III. Quartal 2021.

Von den im Erd- und Straßenbau üblichen Kalkulationsformen

Kalkulation mit vorbestimmten Zuschlägen

Endsummenkalkulation mit Abschlägen

Dynamische Kalkulation der Deckungsbeiträge

wurde diese Ausarbeitung in Anlehnung an eine Kalkulation mit vorbestimmten Zuschlägen erstellt.

### **3.2 KALKULATION**

In Anlehnung an Berthold, C.; Drees, G.; Krauss, S. [4] wurde ein vereinfachter Ansatz für die Zusammenstellung der anfallenden Kosten des Bauprojektes gewählt.

#### **3.2.1 Lohnkosten**

Bei der Berechnung wurde davon ausgegangen, dass der Bediener des Baugerätes auch Arbeiten unmittelbar im Wirkungsbereich seines Gerätes übernimmt, so dass nicht in jedem Fall eine Hilfskraft kalkulatorisch beigestellt wurde. Dort wo zusätzliche Hilfskräfte notwendig erschienen, wurden diese in der Kalkulation explizit ausgewiesen.

#### **3.2.2 Material**

Für das Material wurden die tatsächlichen Kosten angesetzt. Der Materialpreis für die Geokunststoffe bzw. mineralische Baustoffe ist bereits im Lieferpreis enthalten. Eine Zwischenlagerung der mineralischen Baustoffe auf der Baustelle ist nicht vorgesehen. Es wurde von Just-in-time-Lieferungen ausgegangen.

#### **3.2.3 Gerätekosten**

Basis der Ermittlung ist die Baugeräteliste (BGL). Die Gerätekosten selbst wurden nach der in Kuhne, V.; Kattenbusch, M [5] beschriebenen Methode ermittelt und berücksichtigt. Da das Ergebnis wesentlich von einzelnen Leistungspositionen abhängt, wurden die Kosten für die Geräte nicht für deren Vorhaltung auf der Baustelle ermittelt, sondern leistungsabhängig den einzelnen Positionen der Ausführung des gewählten Beispiels zugeordnet.

#### **3.2.4 Transport**

Die Kosten für den Transport beinhalten die Fahrstrecke, die Fahrzeit und die zusätzlich notwendige Zeit für das Be- und Entladen sowie die Ladungssicherung. Im gewählten Beispiel ist der Transport von Baugeräten auf die Baustelle mit einer Entfernung von 120 km bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h und einem Zeitpuffer von 2 Stunden für das Be- und Entladen sowie eventuelle Wartezeiten berücksichtigt. Darüber hinaus sind Erdstofftransporte auf der Baustelle in einem Radius von 2 km bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 25 km/h und dazugehörigen Lade- und Abladezeiten von jeweils 0,1 Stunden Teil der Kalkulation.

Die Preise für die Baustoffe sind einschließlich Lieferung frei Baustelle kalkuliert

#### **3.2.5 Einheitspreis**

Der finale Einheitspreis einer jeden Leistungsposition berücksichtigt die zuvor genannten Kosten sowie einen faktorisierten Zuschlag für Wagnis und Gewinn, der vom jeweiligen Unternehmen unter technologie- und baustellenspezifischen Aspekten beziffert wurde. Übliche Werte dafür liegen zwischen 1,03 und 1,25, können aber auch erheblich davon abweichen.

### **3.3 PLANERISCHE UND TECHNISCHE ANNAHMEN**

Die rechnerischen Ansätze wurden anhand der zuvor genannten Spezifikationen durchgeführt. Die planerischen und technischen Betrachtungen sind das Ergebnis eines Abstimmungsprozesses innerhalb des EAGM und wurden so gewählt, dass sie in dieser oder leicht abgewandelter Form auch tatsächlich europaweit angewendet werden können.

Die Berechnungen stellen keine technischen Vorschläge dar. Es muss im Einzelfall geprüft werden, ob die Beispiele geeignet und technisch umsetzbar sind.

### 3.4 ERGEBNISSE DER KOSTENKALKULATION

Mit den nachfolgenden Tabellen werden die Ergebnisse der Kostenberechnungen in stark komprimierter Form zusammengefasst. Durch die Vereinfachung der Tabellen kann es zu Rundungsfehlern in der Darstellung kommen, da auch die Anzahl der Nachkommastellen begrenzt wurde.

#### 3.4.1 CASE 1: Filterfunktion

Die folgende Tabelle beinhaltet die Kostenergebnisse der einzelnen Titel für den Einbau einer Filterschicht. **Die Summe aller Kosten ist bezogen auf eine fertige Filterfläche 1m<sup>2</sup>**

	Menge	CASE 2A - konventionell -		CASE 2B - Geokunststoffe -			
		Menge	Einheitspreis	Kosten	Menge	Einheitspreis	Kosten
Baustelleneinrichtung	Stck.	1,0	4.692,00 €	4.692,00 €	1,0	4.692,00 €	4.692,00 €
Oberboden abtragen und im Baustellenbereich zwischenlagern	m <sup>3</sup>	0,4	7,78 €/m <sup>3</sup>	3,12 €/m <sup>2</sup>	0,1	7,80 €/m <sup>3</sup>	0,78 €/m <sup>2</sup>
Planum herstellen und verdichten	m <sup>2</sup>	1,0	0,60 €/m <sup>2</sup>	0,60 €/m <sup>2</sup>	1,0	0,60 €/m <sup>2</sup>	0,60 €/m <sup>2</sup>
Geokunststofffilter liefern und einbauen	m <sup>2</sup>	-	-	-	1,0	2,63 €/m <sup>2</sup>	2,63 €/m <sup>2</sup>
Mineralisches Filtermaterial liefern und einbauen	m <sup>3</sup>	0,3	31,12 €/m <sup>3</sup>	9,34€/m <sup>2</sup>	-	-	-
Tragschicht 0/45 liefern und einbauen	m <sup>3</sup>	0,5	26,18 €/m <sup>3</sup>	13,09 €/m <sup>2</sup>	0,5	26,18 €/m <sup>3</sup>	13,09 €/m <sup>2</sup>

Tabelle 3 Ergebnisse der Kostenberechnung für Filterschichten (Kostenbasis III. Quartal 2021)

#### 3.4.2 CASE 2: Tragschichtstabilisierung

Nachfolgende Tabelle beinhaltet die Kostenergebnisse der einzelnen Titel für den Einbau einer Tragschicht. **Die Summe aller Kosten ist bezogen auf 1 lfm Straße, 12m breit (12 m<sup>2</sup>)**

	Menge	CASE 2A - konventionell -		CASE 2B - Geokunststoffe -			
		Menge	Einheitspreis	Kosten	Menge	Preis je Einheit	Kosten
Baustelleneinrichtung	Stck.	1,0	4.692,00 €	4.692,00€	1,0	4.692,00 €	4.692,00 €
Oberboden abtragen und im Baustellenbereich zwischenlagern	m <sup>3</sup>	7,8m <sup>3</sup> /lfm	7,78€/m <sup>3</sup>	60,68 €/lfm	3,7	7,78 €	28,79 €
Planum herstellen und verdichten	m <sup>2</sup>	12,0m <sup>2</sup> /lfm	0,60€/m <sup>2</sup>	7,20 €/lfm	12,0	0,60 €	7,20 €
Geogitter liefern und einbauen	m <sup>2</sup>	-	-	-	12,0	3,12 €	37,40 €
Tragschicht 0/45 liefern und einbauen	m <sup>3</sup>	10,4m <sup>3</sup> /lfm	26,18€/m <sup>3</sup>	273,30€/lfm	6,3	26,18 €	163,97 €

Tabelle 4 Ergebnisse der Kostenberechnung für die Tragschichten (Kostenbasis drittes Quartal 2021).

## 4 KOSTENVERGLEICH

### 4.1 CASE 1: Filterfunktion

	CASE 1A - konventionell -	CASE 1B - Geokunststoffe -
Baustelleneinrichtung	4.692,00 €	4.692,00 €
Vorbereitende Arbeiten	3,72 €/m <sup>2</sup>	1,38 €/m <sup>2</sup>
Filter	9,34 €/m <sup>2</sup>	2,63 €/m <sup>2</sup>
Tragschicht	13,09 €/m <sup>2</sup>	13,09 €/m <sup>2</sup>
Gesamtkosten/m <sup>2</sup> ohne Baustelleneinrichtung	26,15 €/m <sup>2</sup>	17,10 €/m <sup>2</sup>
Kostenvergleich	152%	100%

### 4.2 CASE 2: Kostenvergleich Tragschichtstabilisierung

	CASE 2A - konventionell -	CASE 2B - Geokunststoffe -
Baustelleneinrichtung	4.692,00 €	4.692,00 €
Vorbereitende Arbeiten	67,88 €/lfm	35,99 €/lfm
Geokunststoffe	-	37,40 €/lfm
Tragschicht	273,30 €/lfm	163,97 €/lfm
Gesamtkosten / lfm Straße ohne Baustelleneinrichtung	341,18 €/lfm	237,36 €/lfm
Kostenvergleich	143%	100%

## 5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

In der hier vorliegenden Studie wurden die Ergebnisse umfangreicher Kostenberechnungen in stark komprimierter Form zusammengefasst.

Für zwei typischen Anwendungsfällen wurden die Kosten für die Bauweise mit rein mineralischen Baustoffen mit den Kosten für die Bauweise mit Geobaustoffen verglichen.

Im Anwendungsfall 1 (CASE 1) führte die Ausführung mit einer Filterlage aus Geokunststoff zu einer Kostenreduzierung vom 34%.

Im Anwendungsfall 2 (CASE 2) führte die Ausführung mit einem Geoverbundstoff Vlies-Gitter zu einer Kostenreduzierung von 30%.

In beiden Fällen konnte gezeigt werden, dass immer dann, wenn durch den Einsatz von Geokunststoffen Bodenbewegungen auf der Baustelle bzw. Liefermengen an Boden eingespart werden können, dies mit erheblichen Kosteneinsparungen verbunden ist.

**Der Vergleich basiert auf Kostensätzen des III. Quartals 2021. Da bei der klassischen Lösung mehr Geräteinsatz auf der Baustelle und zum Transport zur / von der Baustelle erforderlich ist, sind aufgrund der gegenüber Sommer 2021 deutlich gestiegenen Energie- und Treibstoffkosten die Kostenvorteile der Geokunststofflösung aktuell (Frühjahr 2023) noch einmal deutlich höher einzuschätzen.**

**Hinzu kommen die erheblichen ökologischen Vorteile beim Einsatz von Bauweisen mit Geobaustoffen.[1] [2]**

Literaturnachweis:

[1] *Stucki M. et al. (2011)*, Stucki M., Büsser S., Itten R., Frischknecht R. und Wallbaum H., Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Material. ESUservices Ltd. commissioned by European Association for Geosynthetic Manufacturers (EAGM), Uster and Zürich, CH.

[2] *Wagner (2020)* Umweltfreundliches Bauen: Bauweisen mit Geokunststoffen sind positiv für die Ökobilanz. Veröffentlichung in Georesources

[3] *Laidié N.; Shercliff D. (2012)*, Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Materials, a study on behalf of the EAGM, CASE 1, Filter Function, EUROGEO 5, Valencia, Spain

[4] *Berthold, C.; Drees, G.; Krauss, S. (2019)*: Kalkulation von Baupreisen. 13., überarbeitete und erweiterte Ausgabe. Berlin: Beuth

[5] *Kuhne, V.; Kattenbusch, M. (2017)*: Plümecke – Preisermittlung für Bauarbeiten. 28., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Köln: Rudolf Müller

Weitere REFERENZEN

*Ehrenberg H.; Mermet J.P. (2012)*, Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Materials, a study on behalf of the EAGM, General, EUROGEO 5, Valencia, Spain

*Fraser I.; Elsing A. (2012)*, Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Materials, a study on behalf of the EAGM, CASE 4, Soil Retaining Wall, EUROGEO 5, Valencia, Spain

*Werth K.; Höhny S. (2012)*, Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Materials, a study on behalf of the EAGM, CASE 3, Landfill Construction Drainage Layer, EUROGEO 5, Valencia, Spain

*Elsing, A.; Fraser, I. (2012)*, Comparative Life Cycle Assessment of Geosynthetics versus Conventional Construction Materials, a study on behalf of the EAGM, CASE 2, Foundation Stabilisation, EUROGEO 5, Valencia, Spain