Tiefbau

Naue

naue.com

Building on sustainable ground.

Tiefbau

**Naue Geokunststoffe lassen sich in verschiedenen Systemlösungen einsetzen.
So zum Beispiel im Straßenbau zur Erhöhung der Tragfähigkeit und Spurrinnenreduzierung, ...**

Geokunststoffe werden im gesamten Tiefbau eingesetzt, um die Sicherheit und Langlebigkeit von Bauwerken zu erhöhen und fehlende Funktionen zu erfüllen.

... bei Steilböschungen zur Erzielung von Standsicherheit und Erosionsschutz, ...

Die Anwendung von Geokunststoffen umfasst Trennen, Dränen, Filtern, Bewehren, Schützen, Dichten und Erosionsschutz. Geokunststoffe können herkömmliche Bauweisen ersetzen oder ergänzen.

... im Verkehrswegebau zur Dichtung des Untergrundes in Grundwasserschutzzonen ...

Gegenüber mineralischen Baustoffen hat der Einsatz von Geokunststoffen in den letzten Jahrzehnten stetig zugenommen. Demzufolge wurden sie in diverse Regelwerke und Merkblätter aufgenommen und zählen heute zum Stand der Technik. Durch den zügigen Einbau lassen sich effiziente Bauweisen realisieren und so die Wirtschaftlichkeit erhöhen. Darüber hinaus werden natürliche Ressourcen geschont. Bei anforderungsgerechter Dimensionierung der Geokunststoffe ist die Funktion des Bauwerkes langfristig sichergestellt.

... oder im Hochbau zur Bauwerksentwässerung mit gleichzeitiger Schutzfunktion der vorhandenen Bauwerksabdichtung.

In den folgenden Kapiteln werden die Anwendungsgebiete von Geokunststoffen aufgezeigt und erläutert sowie Berechnungsmethoden vorgestellt.

Geokunststoff-Funktionen

Dichten

Als Barrieren gegen Flüssigkeiten und Gase haben Kunststoffdichtungsbahnen große Bedeutung im Bauwesen erlangt. Dies gilt besonders im Grundwasserschutz. Zur Anwendung kommen Kunststoffdichtungsbahnen, insbesondere aus Polyethylen hoher Dichte (PEHD) mit bauaufsichtlicher Zulassung und Dicken von mindestens 1,5 mm. Auf der abzudichtenden Fläche werden Kunststoffdichtungsbahnen von WHG (Wasserhaushaltsgesetz)-zugelassenen Fachbetrieben verlegt und miteinander verschweißt. In vielen Grundwasserschutz-Bereichen, z. B. in Verkehrstrassen (RiStWag), erlangen Kunststoffdichtungsbahnen aus PEHD und geosynthetische Tondichtungsbahnen zunehmende Bedeutung.

Schützen

Kunststoffdichtungsbahnen, beschichtete Bauteile, aber auch andere Bauwerksteile müssen vor mechanischen Beschädigungen geschützt werden. Ohne Schutz können Beschädigungen beispielsweise durch scharfkantige Unebenheiten des Untergrundes oder durch das Verfüllmaterial der Überschüttung auftreten. Als Schutzschicht werden mechanisch verfestigte Vliesstoffe und Verbundstoffe aus Polypropylen (PP) oder PEHD verwendet. Für die Schutzfunktion des Vliesstoffes sind insbesondere die Schichtdicke und die Flächenmasse von Bedeutung.

Dränen

Dränen ist die flächige Fassung von Niederschlag, Grundwasser und anderen Flüssigkeiten oder Gasen und deren Ableitung in der Ebene des Dränsystems. Dränsysteme werden als Einzelelemente oder als Verbundelemente angeboten. Verbundelemente bestehen aus mindestens einer Filterschicht und einer Sickerschicht. Die Dränspende wird in der Sickerschicht druckverlustarm abgeführt. Dränsysteme aus Geokunststoffen ersetzen herkömmliche Dränschichten aus mineralischen Baustoffen.

Bewehren

Bewehren heißt, unter oder zwischen Bodenschichten Geokunststoffe zur Aufnahme von Zugkräften bei möglichst geringen Verformungen einzubauen, um die mechanischen Eigenschaften von Bodenschichten zu verbessern. Zur Anwendung kommen Geotextilien, Geogitter und Verbundstoffe. Sie werden beispielsweise für Stützkonstruktionen nach dem Prinzip „bewehrte Erde“ für Böschungsstabilisierungen oder für die Gründung von Erddämmen auf wenig tragfähigem Untergrund eingesetzt. Dadurch kann in vielen Fällen auf aufwendige konstruktive Maßnahmen, Bodenaustausch oder den Einbau einer zusätzlichen Bodenschicht verzichtet werden.

Erosionsschutz

Geokunststoffe und Verbundstoffe mit dreidimensionaler Struktur verhindern den Abtransport von Bodenteilchen durch Wasser und Wind und beugen so Oberflächenerosionen vor. Der natürliche Aufbau von Vegetationsschichten wird mit Erosionsschutzmatten beschleunigt und gesichert.

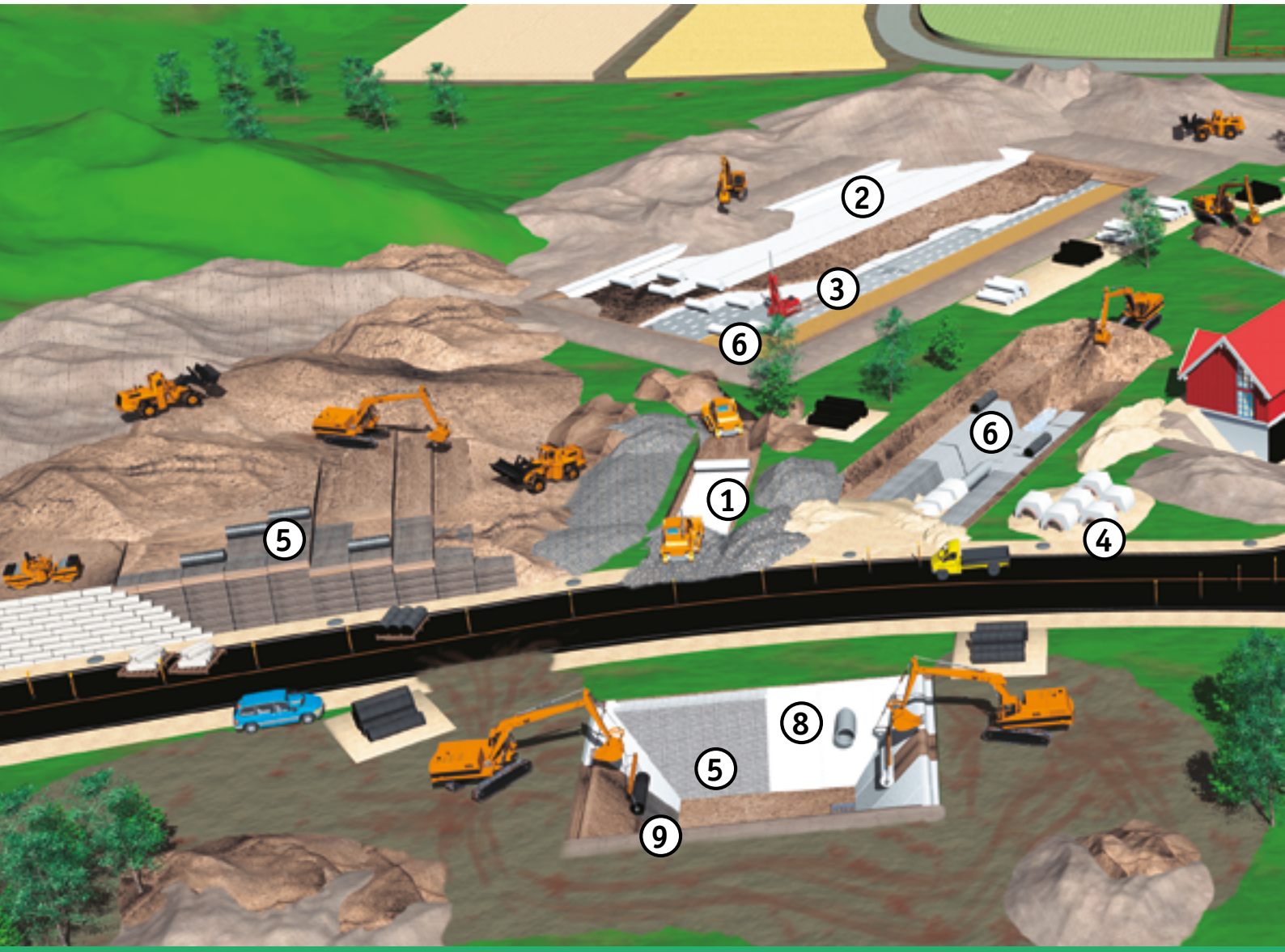
Trennen

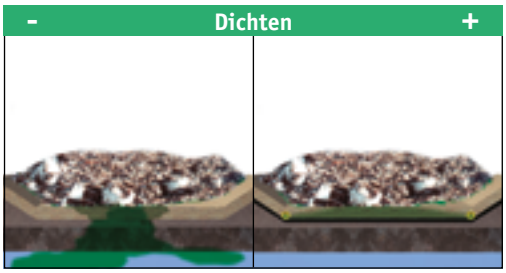
Als Trennschicht verhindern Geotextilien die Vermischung benachbarter Bodenarten oder Füllmaterialien untereinander. Zur Anwendung kommen insbesondere dehnfähige Vliesstoffe aus synthetischen Polymeren. Die Auswahl des geeigneten Produktes richtet sich nach den Körnungen der Tragschichtmaterialien und den zu erwartenden Belastungen durch den Baubetrieb.
Die wichtigsten Einsatzgebiete für Vliesstoffe als Trennschicht sind Straßen- und Wegebau, Verkehrsflächen, Gleisbau, Wasserbau, Deponiebau, Garten- und Landschaftsbau sowie Reit- und Sportplatzbau.

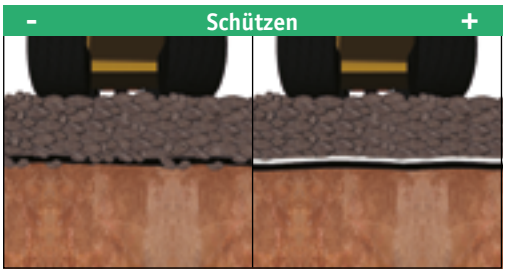
Filtern

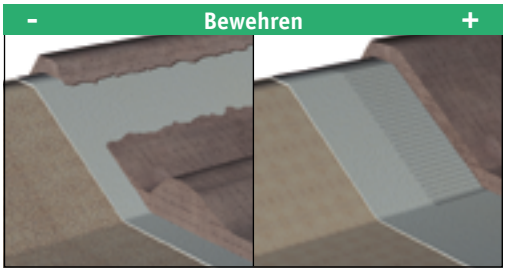
Als Filter halten insbesondere Vliesstoffe Bodenbestandteile oder andere Partikel zurück, während der Durchfluss von Flüssigkeiten senkrecht zur Filterebene ermöglicht wird. Zu unterscheiden sind die mechanische (ausreichendes Bodenrückhaltevermögen) und die hydraulische (druckverlustarme Wasserableitung) Filterwirksamkeit.
Wie bei mineralischen Filterschichten hat auch bei geotextilen Filtern die Filterweglänge (Dicke des Geotextils) Einfluss auf die langfristige mechanische und hydraulische Filterwirksamkeit. Hauptanwendungsgebiete für Filter sind vorwiegend der Wasserbau und die Filterschichten von Dränsystemen.

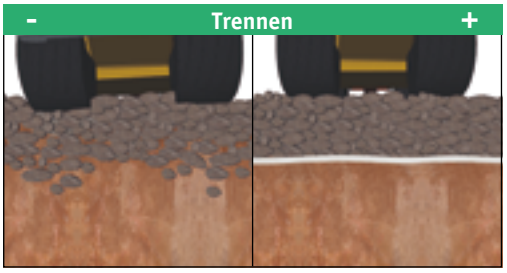
1 Trennen mit Secutex®
2 Filtern mit Secutex®
3 Dränen mit Secudrain®
4 Schützen mit Secutex®
5 Bewehren mit Secugrid®
6 Bewehren mit Combigrid®







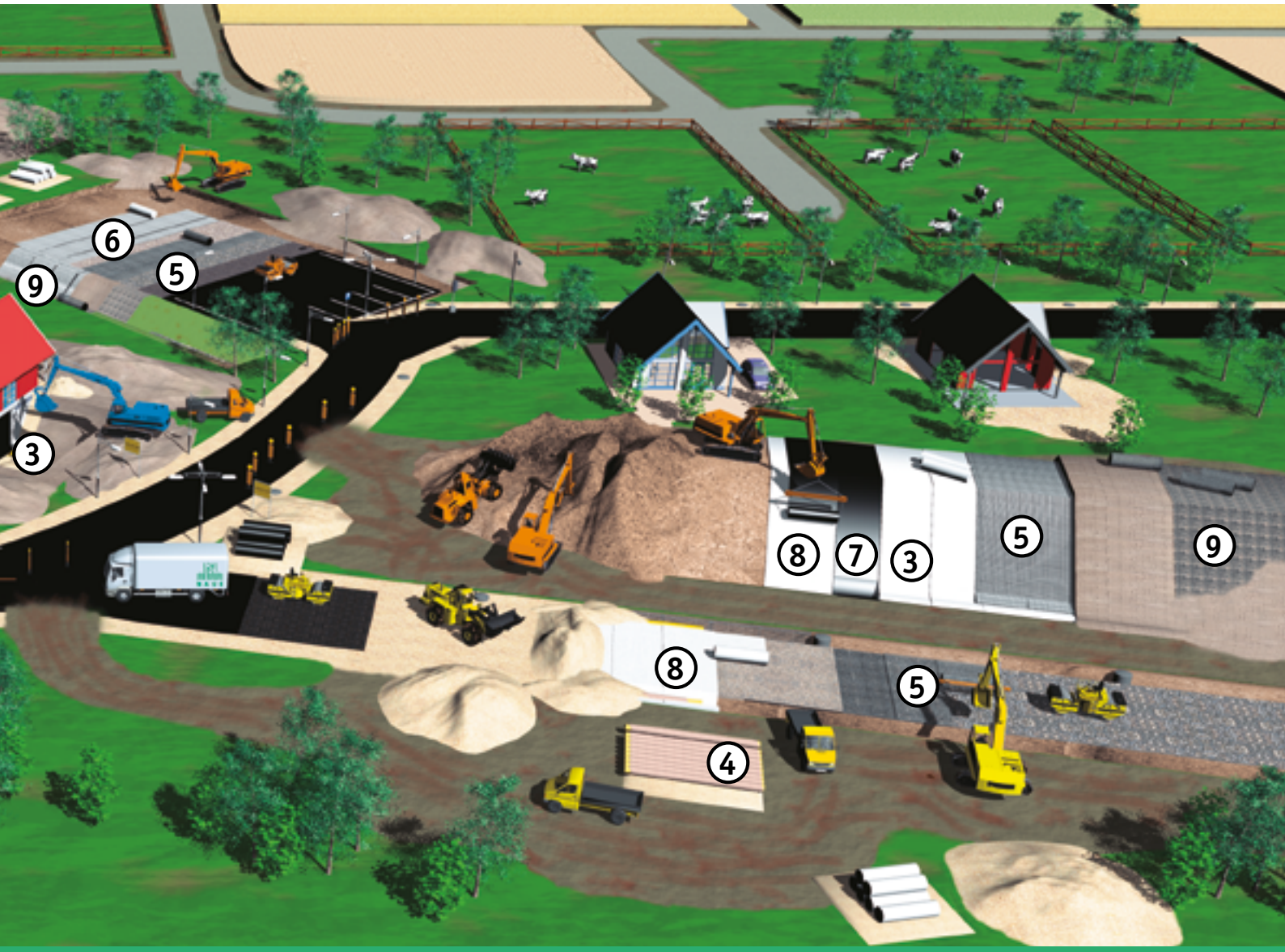


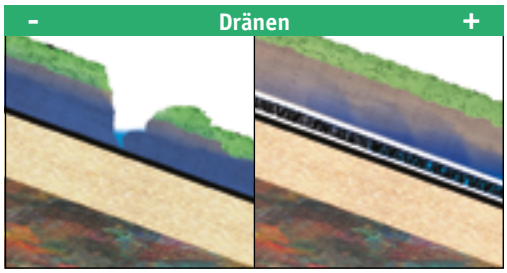


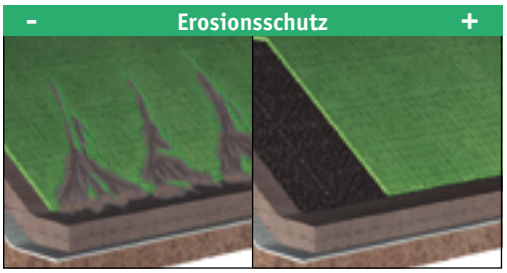
7 Dichten mit Carbofol®

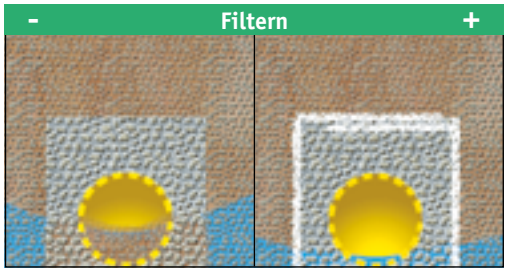
8 Dichten mit Bentofix®

9 Erosionsschutz mit Secumat®









Naue

Trennen mit Geotextilien

Secutex® Vliesstoffe werden im Erdbau zur Trennung von Bodenschichten mit unterschiedlichen Korngrößen eingesetzt. Die Vermischung und/oder das Durchbrechen bei einer Schüttung auf wenig tragfähigem Untergrund wird mit Secutex® bei richtiger Dimensionierung verhindert.

Geotextilrobustheitsklassen (GRK)

Die maßgebende mechanische Beanspruchung des Trennvliesstoffes durch Einzelkörner bzw. Steine im Schüttmaterial in Abhängigkeit der zu erwartenden Spurrinnenbildung beim Einbau ist eines der wichtigsten Kriterien für die Dimen-

Tabelle 1
Ermittlung der Geotextilrobustheitsklasse

		Beanspruchungsfall				
		AB 1: Manueller Einbau; kein Einfluss durch Verdichten; kein Bauverkehr	**AB 2:** Einbau und Verdichten des Schüttmaterials maschinell; erwartete Spurrinnentiefe < 5 cm	**AB 3:** Einbau und Verdichten des Schüttmaterials maschinell; erwartete Spurrinnentiefe 5 cm bis 15 cm	**AB 4:** Einbau und Verdichten des Schüttmaterials maschinell; erwartete Spurrinnentiefe 15 cm bis 30 cm	**AB 5:** Einbau und Verdichten des Schüttmaterials maschinell; erwartete Spurrinnentiefe > 30 cm
Anwendungsfall: Beanspruchung von Geotextilien durch das Schüttmaterial	**AS 1:** Anwendungen, bei denen die mechanische Beanspruchung durch das Schüttmaterial keinen Einfluss auf die Auswahl hat	**GRK 3**				
	AS 2:** Grob- oder gemischtkörnige Böden (rundkörnig) nach DIN 18196 (SW, SE, SI, GW, GE, GI, SU, SU*, GU, GU*)	**GRK 3**	**GRK 3**	**GRK 3**	**GRK 4**	**GRK 5**
	AS 3:** Grob- oder gemischtkörnige Böden (rundkörnig) mit bis zu 40 M.-% Steinen und Blöcken. Grob- oder gemischtkörnige Böden (scharfkantig) nach DIN 18196 (SW, SE, SI, GW, GE, GI, SU, SU*, GU, GU*)	**GRK 3**	**GRK 3**	**GRK 4**	**GRK 5**	**(a)**
	AS 4:** Grob- oder gemischtkörnige Böden (rundkörnig) mit bis zu 40 M.-% Steinen und Blöcken. Grob- oder gemischtkörnige Böden (scharfkantig) mit bis zu 40 M.-% Steinen und Blöcken	**GRK 4**	**GRK 4**	**GRK 5**	**(a)**	**(a)**
	AS 5:** Grob- oder gemischtkörnige Böden (scharfkantig) mit bis zu 40 M.-% Steinen und Blöcken	**GRK 5**	**GRK 5**	**(a)**	**(a)**	**(a)**

(a) Zur Minderung der Spurentiefe ist entweder die Schüttlage zu erhöhen oder/und die Scherfestigkeit des Schüttmaterials zu verbessern oder/und das System zu bewehren (z. B. mit Secugrid® oder Combigrid® Geogitter). Zur Sicherung der Trennfunktion bei tiefen Spurrinnen (AB 4, AB 5) sind hoch dehnfähige Produkte einzusetzen. Die Wirksamkeit der Maßnahmen sollte durch Baustellenversuche überprüft werden.

** Liegt das Geotextil auf einem grob- oder gemischtkörnigen Boden (GW, GE, GI, GU, GU*, GT, GT*) erhöht sich die GRK um eine Stufe.

Technik Aufbau Details

Bild 1 Secutex® Vliesstoff als Trennlage zwischen Rohrbettung und feinkörnigem Untergrund

Bild 2 Die hohe Dehnbarkeit von Secutex® stellt die Widerstandsfähigkeit gegen Einbaubeschädigungen sicher

sionierung eines Trennvliesstoffes. Die GRK-Einteilung erfolgt bei Vliesstoffen aus den Ergebnissen des Stempeldurchdrückversuchs (siehe DIN EN ISO 12236 und „FGSV-Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues M Geok E"). Als Grundlage für die Auswahl der geotextilen Robustheitsklasse ist eine Einteilung des Schüttmaterials in die Klasse AS 1 bis AS 5 sowie die Ermittlung der Beanspruchung beim Einbau (Beanspruchungsfall AB1 bis AB4) nötig. Anhand dieser zwei Parameter ist dann die Bestimmung der geotextilen Robustheitsklasse gemäß Tabelle 1 und eine Ableitung der Mindestparameter für den Secutex® Vliesstoff gemäß Tabelle 2 möglich.

Geotextilrobustheits-klasse (GRK)	Secutex® Type*	Stempeldurch-drückkraft ($F_{p,5\%}$)	Masse pro Flächeneinheit ($m_{A,5\%}$)
3	151 GRK 3 C	≥ 1,5 kN	≥ 150 g/m²
4	251 GRK 4 C	≥ 2,5 kN	≥ 250 g/m²
5	301 GRK 5 C	≥ 3,5 kN	≥ 300 g/m²

Anforderung an das 5%-Mindestquantil der Stempeldurchdrückkraft ($F_{p,5\%}$) und der Masse pro Flächeneinheit ($m_{A,5\%}$)

Tabelle 2
Secutex® Typen für GRK 1 bis 5

Dehnbarkeit

Beim Aufbringen von Schüttlagen auf wenig tragfähigen Böden ist die Dehnbarkeit des Secutex® Vliesstoffes von entscheidender Bedeutung, damit nicht schon beim Einbau eine Schädigung der Trennlage eintritt. Auch für die Sicherung der Trennfunktion bei tiefen Spurrinnen (AB 4 und AB 5) sind hoch dehnfähige Secutex® Vliesstoffe einzusetzen.

Secutex® Vliesstoffe sind äußerst dehnfähig. Sie passen sich aufgrund dieser hohen Dehnfähigkeit auch bei nachgiebigen Untergründen besonders gut an unebene Unterlagen an. Beim Beschütten mit Steinen legen sich die Fasern des Secutex® Vliesstoffes um die Steine herum und verhindern eine Beschädigung des Vliesstoffgefüges. Zusätzlich tritt beim Aufbringen von steinigem Schüttmaterial eine hohe Durchschlagbeanspruchung des Trennvliesstoffes auf. Diese Belastung wird im Kegelfallversuch (DIN EN 918) simuliert. Die hohe Dehnbarkeit von Secutex® sichert auch hier einen ausgezeichneten Widerstand gegen Beschädigung.

Beständigkeit

Grundsätzlich soll die Beständigkeit der eingesetzten Secutex® Vliesstoffe die erwartete Gebrauchsdauer des Bauwerkes überschreiten. Durch den Einsatz von Polypropylen-Rohstoffen (PP) ist eine ausreichende Beständigkeit gegen alle natürlichen im Boden und Wasser vorkommenden Chemikalien und Mikroorganismen gegeben.

Der beste UV-Beständigkeitsschutz für alle Geokunststoff-Produkte ist eine sofortige Überdeckung. Für typisch deutsche oder mitteleuropäische Verhältnisse können Secutex® Vliesstoffe bis maximal zwei Wochen ohne Überdeckung/Verpackung liegen. Für andere Belastungsfälle (siehe „FGSV-Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues M Geok E") stehen dann UV-stabilisierte Secutex® Produkte zur Verfügung, die eine längere Freibewitterung schadlos überstehen.

Mechanische Filterwirksamkeit

Bei einer Trennfunktion spielt in den meisten Fällen das Bodenrückhaltevermögen (mechanische Filterwirksamkeit) eine entscheidende Rolle. Das Vermischen der zu trennenden und nicht filterstabilen Schichten wird durch den Einsatz von Secutex® Vliesstoffen langfristig verhindert und stellt die Funktionsfähigkeit der z. B. aufgebrachten grobkörnigen Schüttlage sicher. Der notwendige Dimensionierungsansatz ist im Kapitel „Filtern mit Geotextilien" näher beschrieben.

Fazit

Fachgerecht dimensioniert verhindern dehnfähige, robuste, Secutex® Vliesstoffe die Gefahr einer Vermischung, das Durchbrechen einer Schüttlage und schaffen die fehlende Filterstabilität zwischen unterschiedlichen, übereinander liegenden Bodenschichten. Beständige PP Secutex® Vliesstoffe kommen unter Dammschüttungen, beim Bodenaustausch, unter Straßen, Wegen, Parkplätzen, und überall dort, wo die langfristige Funktionstüchtigkeit der aufgebrachten Schüttlage gefordert wird, zum Einsatz.

Technik Aufbau Details

Bild 3 Secutex® Vliesstoffe widerstehen auch hohen Einbaubeanspruchungen

Bild 4 Einbau der Betondeckschicht über den Vliesstoff Secutex®, der gleichzeitig die Funktionen Trennen, Filtern und Dränen erfüllt

Filtern mit Geotextilien

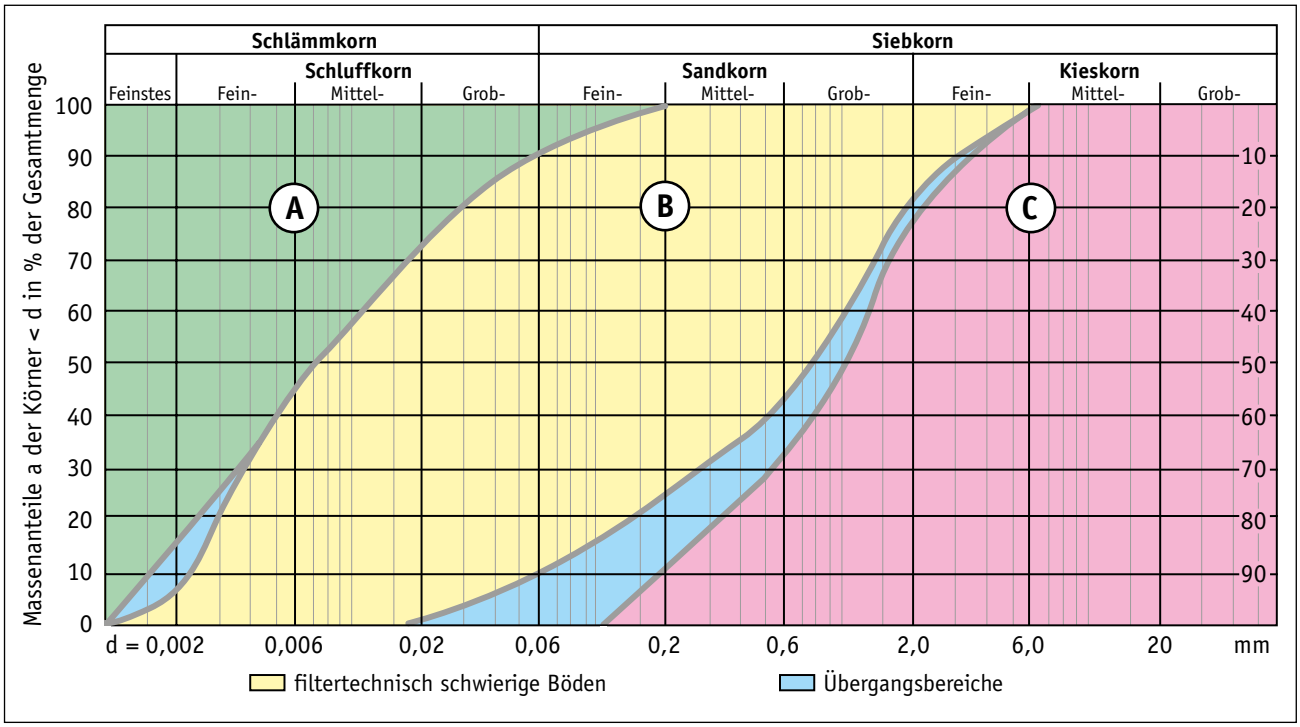
Secutex® Geotextilien haben sich seit Jahrzehnten als dreidimensionale Filtervliesstoffe im Erd- und Straßenbau bewährt. Sie werden zwischen fein- und grob- oder gemischtkörnigen Böden eingesetzt, um die fehlende Filterstabilität zwischen zwei unterschiedlich abgestuften Körnungen sicherzustellen.

Mechanische Filterwirksamkeit

Wie bei mineralischen Filterschichten ist auch bei Secutex® Vliesstoffen das Bodenrückhaltevermögen von entscheidender Bedeutung. Geotextile Filter müssen so dimensioniert werden, dass die mechanische Filterwirksamkeit (Bodenrückhaltevermögen) gleichzeitig mit der hydraulischen Filterwirksamkeit (druckverlustarme Wasserableitung) erfüllt wird. Zur Ermittlung der maximal zulässigen wirksamen Öffnungsweite $O_{90,w,zul.}$ des Vliesstoffes wird zwischen drei verschiedenen hydraulischen Sicherheitsfällen (I, II und III) unterschieden. Der Körnungsbereich B (Abbildung 1) wird als filtertechnisch schwierig angesehen (Gefahr von Bodenausspülungen, Zusetzen von Filtern, Verschlämmen von Sickeranlagen).

Hydraulischer Sicherheitsfall	Hydraulische Beanspruchung	gew. O_{90}
I	· geringe Wassermengen · einseitige Anströmung · geringes hydraulisches Gefälle	0.06 mm ≤ gew. O_{90} ≤ 0.20 mm
II	· geringe wechselseitige Anströmung · mittlere einseitige Anströmung	Kohäsive Böden: 0.06 mm ≤ gew. O_{90} ≤ 0.20 mm Grobschluff bis Feinsand: 0.06 mm ≤ gew. O_{90} ≤ 0.11 mm Feinsand: 0.06 mm ≤ gew. O_{90} ≤ 0.13 mm Mittelsand: 0.08 mm ≤ gew. O_{90} ≤ 0.30 mm Grobsand: 0.12 mm ≤ gew. O_{90} ≤ 0.60 mm
III	· einseitig konzentrierte Anströmung · großflächige wechselseitige Anströmung und hoher Wasserfall · Versagen eines geotextilen Filters bewirkt Bauwerksgefährdung	Analyse der hydraulischen Bedingungen, sowie eine Filterdimensionierung im Einzelfall durch eine(n) Sachverständige(n)

Abbildung 1
Körnungsbereiche für Bodentypen mit unterschiedlichem hydraulischen Verhalten



Technik Aufbau Details

Bild 5 Der Secutex® Filtervliesstoff verhindert das Auswaschen von Bodenpartikeln einer Steilwand aus der Außenhaut

Bild 6 Secutex® Filtervliesstoffe verhindern das Einwaschen von Feinanteilen in den Filterdamm

Um die richtigen Bemessungsansätze zur Bestimmung der mechanischen Filterwirksamkeit zu erhalten, muss geprüft werden, ob bei der Anwendung eine hydrostatische oder hydrodynamische Belastung auftritt und ob es sich um einen Boden mit hoher Einzelkornmobilität handelt. Die Kriterien für das Vorliegen eines solchen Bodens sind:

1. Erheblicher Anteil im Grobschluff- und Feinsandbereich und geringe kohäsive Eigenschaften
2. $U = d_{60} / d_{10} < 5$

Hierzu können z. B. Böden der Bodengruppe UL, SE, SI gehören.

Einige Empfehlungen berücksichtigen auch diese Kriterien:

3. mehr als 50 % des anstehenden Bodens liegen im Bereich 0,02 mm bis 0,1 mm

4. die Plastizitätszahl I_P bei feinkörnigen Böden nach DIN 18196 (40 % Massenanteil ist kleiner als 0,063 mm) ist kleiner als 0,15 oder ersatzweise Tonanteil/Schluffanteil < 0,5

Ein ausreichendes Bodenrückhaltevermögen des geotextilen Filters ist sichergestellt, wenn die zulässige Öffnungsweite des geotextilen Filters $O_{90,w,zul.}$ wie folgt ermittelt wird:

a) feinkörnige Böden ($d_{40} \leq 0{,}06$ mm)
$O_{90,w,zulässig} \leq 10 \bullet d_{50}$
einschränkend für filtertechnisch schwierige Böden jedoch
$O_{90,w,zulässig} < d_{90}$

b) grob- und gemischtkörnige Böden ($d_{40} \geq 0{,}06$ mm)
$O_{90,w,zulässig} < 5 \bullet d_{10} \bullet \sqrt{U}$, bzw.
$O_{90,w,zulässig} < d_{90}$ (kleinerer Wert maßgebend)

Eine möglichst hohe hydraulische Leistungsfähigkeit des Secutex® Filtervliesstoffes wird erzielt, wenn die gewählte Öffnungsweite $O_{90,w,gew.}$ möglichst nahe an dem ermittelten maximal zulässigen $O_{90,w,zul.}$-Wert liegt (0,8 bis 1,0 • $O_{90,w,zul.}$). Keinesfalls soll dieser Wert bei Anwendungen im Erdbau des Straßenbaus aber unter 0,2 • $O_{90,w,zul.}$ liegen, da ansonsten eine Kolmation (Ablagerung von feineren Bodenpartikeln auf Geotextiloberfläche) eintreten könnte. Ein weiterer Vorteil von Secutex® Vliesstoffen ist, dass sich die wirksame Öffnungsweite auch nach einer gedehnten Beanspruchung nur unwesentlich ändert. Somit hat die filtertechnische Bemessung auch Gültigkeit, wenn z. B. grobkörniges Material beim Einbringen auf einen weichen Untergrund Verformungen am Vliesstoff verursacht.

Hydraulische Filterwirksamkeit

Der Geotextilfilter muss langfristig mindestens die gleiche Durchlässigkeit wie der zu entwässernde Boden aufweisen. Dadurch wird ein Rückstau vermieden. Bei Secutex® Vliesstoffen mit einer Dicke über 2,0 mm wird der Labor-Wasserdurchlässigkeitsbeiwert mit einem Faktor 50 ($\eta = 0{,}02$) abgemindert, wenn der zu entwässernde Boden ein Grobschluff oder Sand ist. Sonst wird der Faktor 100 ($\eta = 0{,}01$) angesetzt. Die langfristige Durchlässigkeit ist sichergestellt, wenn der mit η abgeminderte Wasserdurchlässigkeitsbeiwert des Geotextils größer ist als der Durchlässigkeitsbeiwert des zu filternden Bodens, also

$$\eta \cdot k_{Geotextil} \geq k_{Boden}$$

Geotextilrobustheitsklassen (GRK)

Eine langfristige Funktionssicherheit ist nur dann gegeben, wenn der Filtervliesstoff nicht schon beim Einbau beschädigt wird. Aus diesem Grund empfiehlt das „FGSV-Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues M Geok E“ mindestens eine Geotextilrobustheitsklasse von GRK 3, bei erhöhten Einbaubeanspruchungen sogar GRK 4 oder 5 (siehe Kapitel „Trennen mit Geotextilien“).

Sonstige Anforderungen

Für Secutex® Vliesstoffe gelten die gleichen Anforderungen für die Dehnbarkeit und Beständigkeit, wie diese schon im Kapitel „Trennen mit Geotextilien“ beschrieben sind.

Fazit

Secutex® Filtervliesstoffe kommen dort zum Einsatz, wo keine Filterstabilität zwischen zwei unterschiedlichen Böden gegeben ist. Dies findet man vermehrt bei Sickersträngen, Entwässerungsanlagen, Sickeranlagen, Versickerungsflächen, Bauwerkshinterfüllungen, Gabionenstützelementen und sogar in den meisten Trennanwendungen.

Robuste, dehnfähige Secutex® Vliesstoffe, fachgerecht dimensioniert, stellen die mechanische und hydraulische Filterwirksamkeit zwischen zwei angrenzenden Böden mit fehlender Filterstabilität sicher.

Bild 7 Die Kiespackung um den Regenwassersammler ist mit einem Secutex® Filtervliesstoff umhüllt, damit keine Feinanteile vom umgebenden Boden eingewaschen werden und den Sammler verstopfen

Bild 8 Secutex® trennt die Filterpackung vom umliegenden feinkörnigen Boden

Dränen mit Geotextilien

Secudrain® WD Dränsysteme und spezielle Secutex® Typen werden im Tiefbau eingesetzt, wenn eine flächige Entwässerung benötigt wird, um Niederschlagswasser oder versickerndes Wasser zu fassen und gezielt, druckverlustarm und sicher abzuleiten. Secudrain® WD ist ein dreidimensionales, geosynthetisches Dränsystem. Es besteht aus einer statisch stabilen, wellenförmigen Sickerschicht (Monofilamentwirrgelege) und mindestens einem Secutex® Trenn- und Filtervliesstoff. Alle Schichten sind schubfest miteinander verbunden.

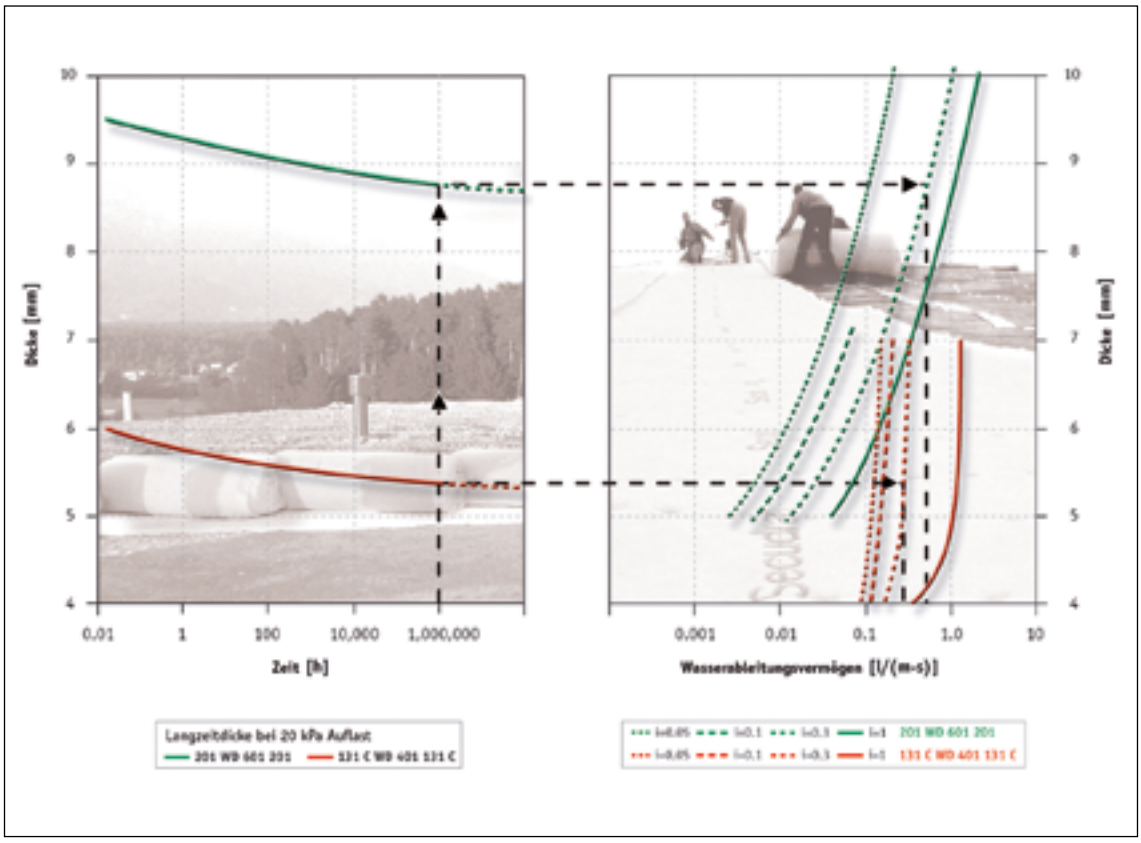
Allgemeine Dränleistungsberechnung

Zum rechnerischen Nachweis der Dränleistung eines Secudrain® Dränsystems wird die Austrittsmenge (Dränleistung) der Eintrittsmenge (Dränspende) gegenübergestellt. Die langfristig zu erwartende Wasseraustrittsmenge (Q_A) von Secudrain® ergibt sich dabei aus der im Labor ermittelten Abflussleistung $Q_{labor,i,\sigma}$ (in Abhängigkeit von dem Abflussgradienten i und der Normalspannung σ), der Böschungsneigung (β) und einem Gesamtabminderungsfaktor (η_{ges}):

$$Q_A = Q_{langfristig} = Q_{labor,i=1,\sigma} \bullet \sin\beta \,/\, \eta_{ges}$$

Aufgrund von Erkenntnissen aus zahlreichen Aufgrabungen und durchgeführter Langzeit-Druckkriechversuche liegen hinreichende Daten über das Langzeitverhalten von Secudrain® vor. Dadurch ist es möglich, die im Labor ermittelten Abfluss-

Abbildung 2
Bemessungsnomogramm zum Wasserableitvermögen bezogen auf die Langzeitdicke von Secudrain® WD



Technik Aufbau Details

Bild 9 Secudrain® geosynthetisches Dränsystem als Entwässerung an einem Brückenwiderlager

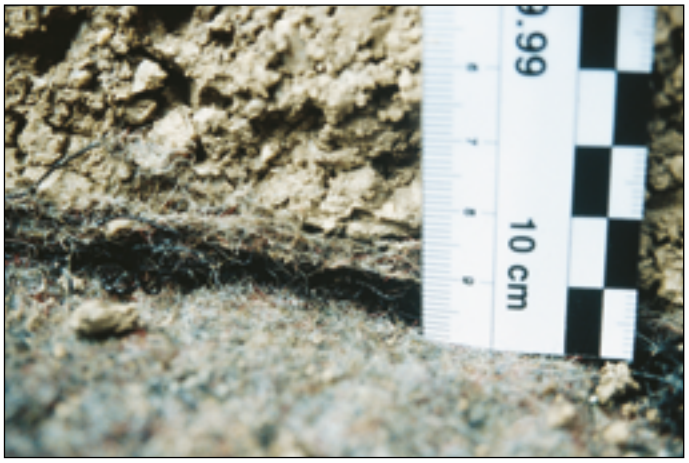


Bild 10 In-Situ Dickenmessung von Secudrain® an einer über 12 Jahre belasteten Feldprobe mit 1,20 m Bodenbelag

leistungen unter der zu erwartenden Langzeitdicke für die Bemessung heranzuziehen (Abbildung 2) und den Abminderungsfaktor FS_{CR} mit 1,0 anzusetzen. Der Gesamtabminderungsfaktor wird dann wie folgt ermittelt:

η_{ges} = $FS_{IN} \bullet FS_{CR} \bullet FS_{CC} \bullet FS_{CB} \bullet FS_{SY}$

FS_{IN} = Abminderungsfaktor für lokale Verformung infolge von Einbaubelastungen (Empfehlung: 1,0 bis 1,5. Je grobkörniger das Schüttmaterial desto höher sollte der Abminderungsfaktor sein.)

FS_{CR} = Abminderungsfaktor für Kriechverformung der Sickerschicht (für Secudrain® Dränsysteme liegen Langzeit-Druckkriechkurven vor. Da die Abflussleistungen $Q_{labor,i,\sigma}$ bei den unter Auflast zu erwartenden Secudrain® Dicken ermittelt und mit Aufgrabungsergebnissen übereinstimmen, kann der Abminderungsfaktor FS_{CR} zu 1,0 gesetzt werden.)

FS_{CC} = Abminderungsfaktor für die Verringerung des Abflussquerschnittes durch chemische Ausfällungen (Empfehlung: 1,0 bis 1,2. Aufgrabungsergebnisse an bis zu 15 Jahre eingegrabenen Secudrain® Dränsystemen zeigen, dass für übliche Bodenarten nicht mit signifikanten Beeinträchtigungen durch chemische Ausfällungen in Secudrain® zu rechnen ist, so dass FS_{CC} = 1,05 angesetzt werden kann.)

FS_{CB} = Abminderung für die Verringerung des Durchflussquerschnittes durch biologische Einwirkungen (Empfehlung: 1,2 bis 1,5. Ähnlich wie beim Einfluss von chemischen Ausfällungen konnte kein bakterieller Einfluss in den durchgeführten Aufgrabungen nachgewiesen werden. Grundsätzlich ist der Einfluss aus Durchwurzelungen zu betrachten, der ebenfalls anhand der Aufgrabungen als gering zu betrachten ist, so dass FS_{CB} = 1,3 angesetzt werden kann.)

Somit kann unter Zuhilfenahme der Langzeit-Druckkriechkurven, der Abminderungsfaktoren und der ermittelten Laborabflussdaten für verschiedene Dicken (siehe Abb. 1) die zu erwartende Langzeitaustrittsmenge (QA) von Secudrain® ermittelt und der Eintrittswassermenge (QE) gegenübergestellt werden:

Q_A > Q_E, wobei

Q_E = $q_E \bullet l_{max} \bullet FS_{SY}$

q_E = zu erwartende Dränwasserspende

l_{max} = maximale Länge des Secudrain® Dränsystems

FS_{SY} = Abminderung für allgemeine Systemunzulänglichkeiten (Empfehlung: 1,0 bis 2,0. Wenn mit der maximalen rechnerischen Dränspende dimensioniert wird, kann FS_{SY} = 1,0 angesetzt werden.)

Letztendlich ist es erforderlich, dass die Wasseraustrittsmenge aus Secudrain® größer ist als die über die gesamte Länge eintretende Wassermenge. Gemäß dem „FGSV-Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues M Geok E" gilt für den normalen Einsatz als ausreichend eine Dränmatte mit einer Abflussleistung von ≥ 0,1 l/s • m bei i = 1.

Filter- und Trenneigenschaften

Zur Sicherstellung der langfristigen Dränleistung ist es notwendig, dass die eingesetzten Secutex® Filter- und Trennvliesstoffe den Einbau schadlos überstehen und langfristig ihre Filterwirksamkeit beibehalten. Dabei werden die im Kapitel „Filtern mit Geotextilien" und „Trennen mit Geotextilien" beschriebenen Ansätze herangezogen. Bei der Geotextilrobustheitsklasse muss der Filter- und Trennvliesstoff mindestens die Geotextilrobustheitsklasse 3 besitzen.

Dränleistungsberechnung nach WAS 7

Bei Entwässerungen erdberührter Flächen und Hinterfüllungen von Bauwerken, schlägt der Bund/Länder Fachausschuss Brücken- und Ingenieurbau (BMV Abt. StB) in der WAS 7 eine minimale Abflussleistung von 0,3 l/sm unter dem jeweils vorhandenen Erddruck vor. Zudem fordert die WAS 7, dass das Dränsystem

- hoch wetterbeständig ist,
- eine Dicke von mindestens 5 mm besitzt,
- die wirksame Öffnungsweite des Trenn- und Filtervliesstoffes zwischen 0,06 mm und 0,2 mm liegt und
- die Wasserdurchlässigkeit des Trenn- und Filtervliesstoffes mindestens 100 mal so groß ist wie die Wasserdurchlässigkeit des Bodens.

Hinweis: Bezüglich der anzusetzenden erforderlichen Abflussleistung erlaubt die DIN 4095 in Sonderfällen in Abhängigkeit der Bodenart geringere Ansätze als die WAS 7.

All diese Anforderungen werden von entsprechenden Secudrain® Produkten erfüllt. Aufgrund seiner Flexibilität und des geringen Gewichts ist Secudrain® leicht auf der Baustelle zu verlegen und am Bauwerk anzubringen, selbst bei komplizierten Bauwerksformen.

Fazit

Beim Dränen mit Geotextilien sind neben der erforderlichen Dränleistung auch die Geotextilrobustheitsklasse und die Filter- und Trennstabilität der verwendeten Vliesstoffe von großer Bedeutung. Die Flexibilität von Secudrain® Dränsystemen und die leichte Handhabung der 1,90 m bzw. 3,80 m breiten Secudrain® Rollen erlauben zudem eine einfache und wirtschaftliche Verlegung.

Technik Aufbau Details

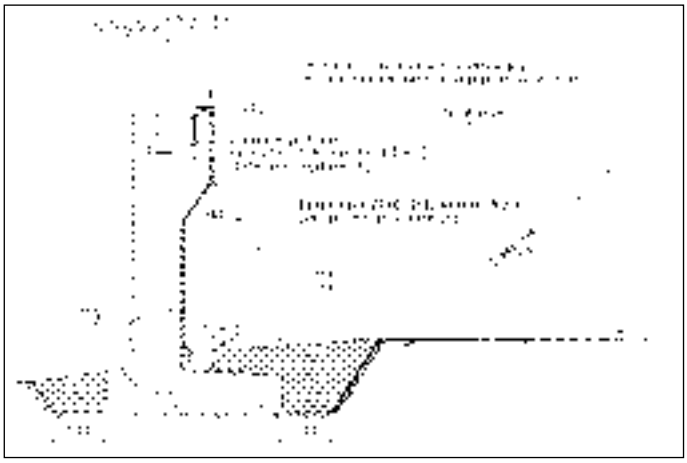


Bild 11 Längsquerschnitt eines Brückenwiderlagers angelehnt an die WAS 7

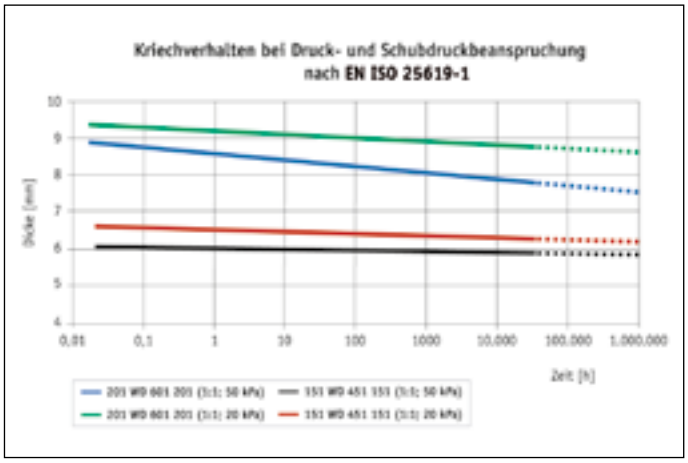


Bild 12 Kriechverhalten bei Druckbeanspruchung von Secudrain® WD Typen

Geokunststoffe im klassifizierten Straßenbau

Bild 13
Trennen und Filtern mit Secutex® auf einer Automobil-Teststrecke (Papenburg)

In den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen" (RStO) werden die Fahrbahnaufbauten des klassifizierten Straßenbaus nach Bauweisen und Bauklassen standardisiert. Geokunststoff-Systemlösungen ermöglichen technisch gleichwertige, jedoch wirtschaftlichere Bauweisen zum standardisierten Oberbau, z. B. durch eine Reduzierung der Tragschichtdicke. Bei ungenügender Tragfähigkeit des Untergrundes kommen Geokunststoffe bereits im Unterbau zur Anwendung.

Trennen

Bei den meisten Straßenaufbauten im klassifizierten Straßenbau wird direkt über dem Erdplanum eine Frostschutzschicht, Kies- oder Schottertragschicht eingebaut. Zur langfristigen Sicherstellung der nach der RStO geforderten Tragfähigkeit (Verformungsmodul E_{V2}), muss das Vermischen und/oder das Durchbrechen der aufgebrachten Schüttung mit/in dem Untergrund verhindert werden. Dabei kommen Polypropylen (PP) Vliesstoffe zum Einsatz. Als Grundlage für die Auswahl eines Secutex® Trennvliesstoffes gilt in erster Linie die Geotextilrobustheitsklasse nach dem „FGSV-Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues M Geok E" (siehe Kapitel „Trennen mit Geotextilien"). Bei einer fehlenden Filterstabilität zwischen den übereinanderliegenden Schichten ist diese zusätzlich sicherzustellen (siehe Kapitel „Filtern mit Geotextilien"). Secutex® Vliesstoffe erfüllen die Anforderungen, die notwendig sind, um die Trenn- und Filterstabilität zu erzielen. Zudem widerstehen sie auch rauen Einbaubedingungen und passen sich wegen ihrer hohen Dehnfähigkeit einer unebenen Unterlage hervorragend an. Gerade bei einer steinigen Schüttlage legen sich die Secutex® Vliesstoffe aufgrund ihrer dehnfähigen Fasern um den Stein herum und verhindern eine Schädigung des Vliesstoffes.

Bewehren

Secugrid® Geogitter und Combigrid® (bestehend aus Secugrid® und Secutex®) sind Bewehrungsgeokunststoffe aus hochzugfesten extrudierten, gereckten, monolithischen Flachstäben, die knotenfest miteinander verschweißt sind. Sie übernehmen die Zugkräfte, die dem Boden zum Erreichen der erforderlichen Tragfähigkeit fehlen. Somit verhindert der Einsatz von Secugrid® einen kostenaufwändigen Bodenaustausch oder eine Kalkstabilisierung. Die Zugkraftaufnahme erfolgt über einen sofortigen Formschluss/Verzahnung zwischen Secugrid® und dem umgebenden Boden. Zum Formschluss kommt der Kraftschluss/Reibung als weitere Komponente hinzu. Durch die optimal abgestimmte Secugrid® Geometrie (Flachstäbe mit größeren Gitteröffnungen) ist eine hervorragende Verzahnung zwischen Schüttung und Secugrid® möglich. Zur Minimierung von unzulässigen Verformungen im Fahrbahnoberbau ist des Weiteren eine schnelle Kraftaufnahme der Geokunststoffbewehrung bei gleichzeitig niedriger Dehnung und geringem Kriechverhalten erforderlich. Durch die geringe Dehnfähigkeit der hochzugfesten, miteinander knotenfest verschweißten Flachstäbe und durch die

Bild 14
Einsatz von Secugrid® als Dammbewehrung (Loxstedt)

Technik Aufbau Details

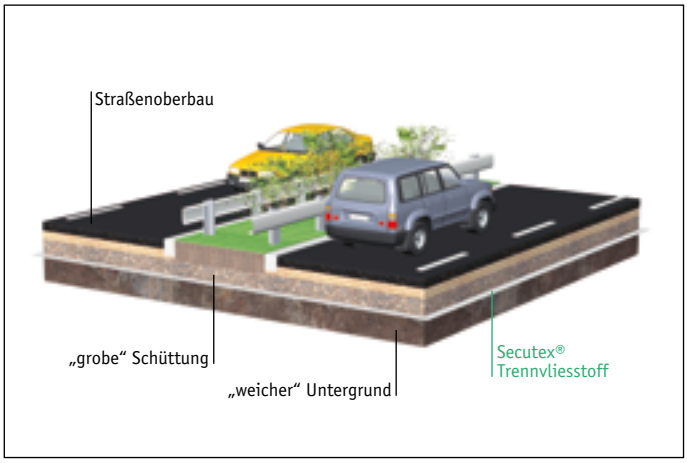


Bild 18 **Einsatz von Secutex® Trennvliesstoff zwischen Untergrund und Straßenaufbau**

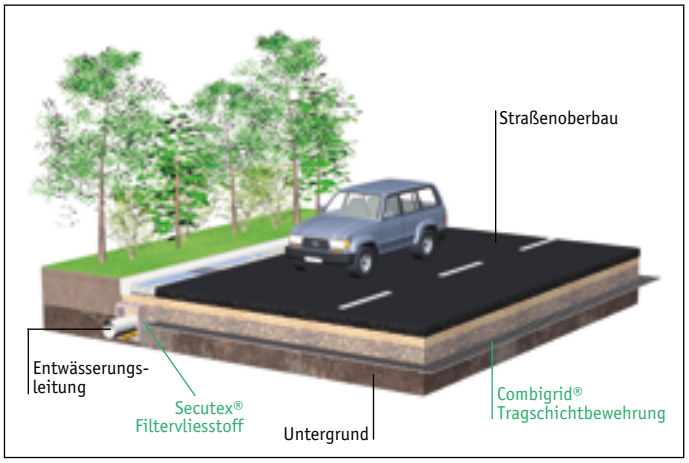


Bild 19 **Tragschichtverbesserung mit dem Verbundstoff Combigrid® zum gleichzeitigen Trennen und Bewehren**

Bild 15
Secutex® R 504 als Filter- und Dränagevliesstoff im Betonstraßenbau

geringe Neigung der verwendeten Rohstoffe erfüllt Secugrid® auch diese Anforderungen. Bei unzureichender Trenn- und Filterstabilität zwischen Schüttung und Untergrund kommt Combigrid® zum Einsatz. Neben der Tragfähigkeitserhöhung durch die Secugrid® Komponente stellt bei diesem flächig miteinander verbundenen Verbundstoff der Secutex® Vliesstoff die nötige Trenn- und Filterstabilität her (siehe Kapitel „Trennen mit Geotextilien“).

Dränen

Bei Bauweisen mit Betondecken bietet Secutex® bei Fugen und Rissen zusätzlich eine Problemlösung. Hier gilt es, durch schadhafte Fugendichtungen und Risse eingedrungenes Niederschlagswasser zwischen hydraulisch gebundener Tragschicht (HGT) und Betonfahrbahnplatte wirksam abzuführen. Damit wird ein Aufbau von Porenwasserüberdruck im Fugenbereich verhindert, der sich ansonsten unter Verkehrslast schlagartig auf- und abbauen würde. So wird verhindert, dass Feinanteile aus dem Untergrund mit weggespült werden, die mittelfristig die Tragschicht auswaschen und Brüche in der Betondecke bewirken würden. Durch die vollflächige Verlegung von Polypropylen (PP) Secutex® Vliesstoffen zwischen der üblicherweise aufgebrachten HGT und der Betondecke wird einsickerndes Wasser dagegen problemlos flächig seitlich abgeleitet. Da die horizontale Dränwirkung von Secutex® langfristig sichergestellt sein muss, wird ein spezieller Vliesstoff mit einer großen Dicke und hoher wirksamer Öffnungsweite produziert (üblicherweise Typ R 504). Zusätzlich verhindert der vollflächig verlegte, offenporige Secutex® Vliesstoff das Durchschlagen eventueller Reflexionsrisse. Die positiven Erfahrungen der letzten Jahre führten zusätzlich dazu, dass das Bundesministerium für Verkehrs-, Bau- und Wohnungswesen in Bonn mit einem allgemeinen Straßenbau Rundschreiben Nr. 05/2005 grundsätzlich die RStO Bauweise „Vliesstofflage unterhalb einer Betonbauweise“ als technisch überlegener beschrieb, als die herkömmliche Betonbauweise „direkter Verbund mit der Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln“.

Bild 16
Combigrid® zur Erhöhung der Tragfähigkeit

Bild 17
Einsatz von Secutex® im Straßenbau (Weißenfels)

Langzeitbeständigkeit

Bei der Herstellung von Secugrid®, Combigrid® und Secutex® Geokunststoffen wird auf eine sorgfältige Auswahl der Rohstoffkomponenten geachtet, damit sie während ihrer gesamten Lebensdauer voll funktionstüchtig sind.

Fazit

Beim Bau von Verkehrsflächen im klassifizierten Straßenbau werden Geokunststoffe eingesetzt, um Trenn-, Bewehrungs-, Filter- oder Dränfunktionen zu übernehmen. Dabei wird die Trenn- und Filterstabilität mit Secutex® erzielt und die Tragfähigkeit mit Secugrid® oder Combigrid® erhöht. Im Betonstraßenbau ergeben sich darüber hinaus weitere Systemvorteile bei der Verwendung von Secutex® Vliesstoffen, wie Verhinderung von Rissen in der Betondecke, schadlose Ableitung von eingedrungenem Wasser und Vermeidung von Untergrunderosion aufgrund schwerer Verkehrsbelastung.

Technik Aufbau Details

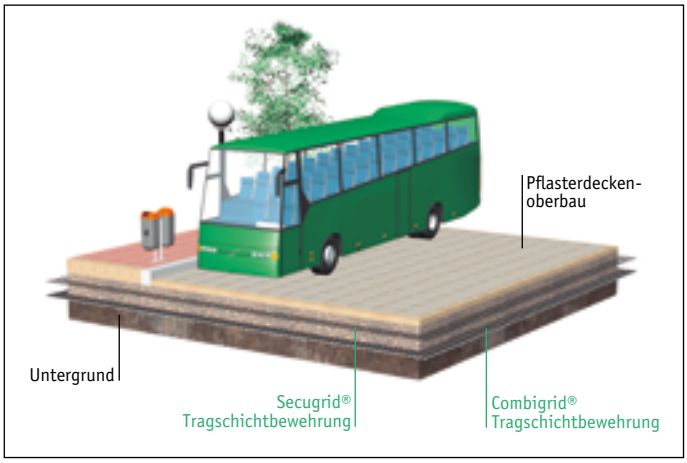


Bild 20 Tragschichtbewehrung für große Lasten auf wenig tragfähigem Grund

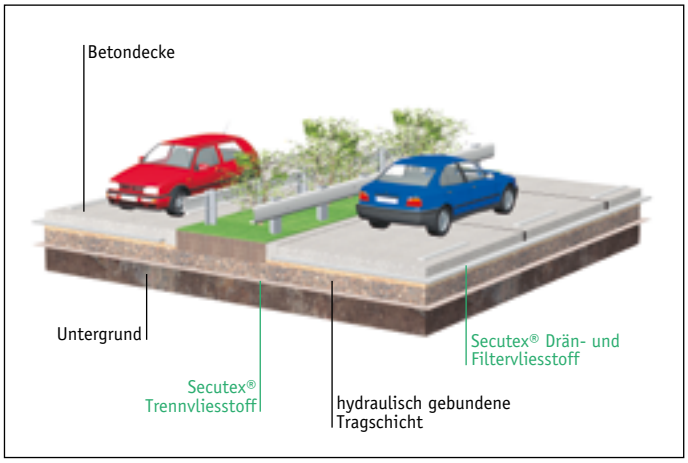


Bild 21 Entwässerung unterhalb einer Betonstraßendecke mit Secutex® Dränvliesstoff

Geokunststoffe für Baustraßen und Verkehrsflächen

Bild 22
Secutex® als Trenngeotextil zwischen feinkörnigem Untergrund und grobkörnigem Schüttmaterial

Geokunststoff-Systemlösungen werden beim Bau von Baustraßen und Verkehrsflächen eingesetzt, die nicht unter den klassifizierten Straßenbau und somit nicht unter die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen“ (RStO) fallen. Hierbei handelt es sich vornehmlich um Baustraßen, Parkplätze, Forstwege und Zufahrtsstraßen.

Tragfähigkeitsverbesserung

Beim Bau von Verkehrsflächen, wie z. B. Parkplätzen, ist in den meisten Fällen ein Aufbau auf einer stabilen Unterlage

Bild 23
Einbau von Combigrid® zur Tragschichtverbesserung (Bremerhaven)

notwendig. Daher ist es erforderlich, dass eine ausreichende Tragfähigkeit nach ZTVT-Stb auf der Oberkante der Tragschicht erreicht wird. Für diesen Einsatzzweck eignen sich besonders Secugrid® Q-Geogitter aus hochzugfesten, extrudierten, monolithischen Flachstäben, die knotenfest miteinander verschweißt sind. Sie werden zwischen dem Untergrund und der Tragschicht eingebaut.

Grobkörniges Schüttmaterial verzahnt sich dabei mit dem Secugrid® Q-Geogitter (Gitteröffnungen ≥ 28 mm). Dadurch entsteht eine Verbundwirkung zwischen Secugrid® und der Schüttung. Durch den sofortigen Formschluss tritt unverzüglich eine horizontale Kraftübertragung ein, die aufgrund der hohen Kraftaufnahme von Secugrid® selbst bei geringen Dehnungen die Tragfähigkeit des Systems erhöht. Somit kann die erforderliche Tragfähigkeit ohne zusätzlichen kostenaufwändigen Bodenaustausch erzielt werden. In manchen Fällen kann darüber hinaus die Tragschichtdicke reduziert werden.

Bild 24
Trennen und Filtern mit Secutex® bei einer Garagenzufahrt (Gehlenbeck)

Damit ein Eindringen von Feinanteilen in die Tragschicht verhindert wird, kommen zusätzlich Secutex® Trenn- und Filtervliesstoffe zum Einsatz. Um die Verlegung zu erleichtern, werden Secugrid® und Secutex® bereits werkseitig zu einem Produkt Combigrid® konfektioniert. Eine Integrierung in das Bewehrungselement bewirkt den schiebefesten Verbund über alle Schichten. Die Bemessungsansätze für den Vliesstoff sind in den Kapiteln „Filtern mit Geotextilien“ und „Trennen mit Geotextilien“ näher beschrieben. Bei besonders weichem Untergrund kann die Tragfähigkeit durch mehrere Lagen Secugrid® Geogitter entscheidend verbessert werden.

Spurrinnenreduzierung

Beim Bau von temporären Baustraßen oder bei Fahrstraßen ohne gebundenen Oberbau (z. B. Forstwege) auf weichen

Technik Aufbau Details

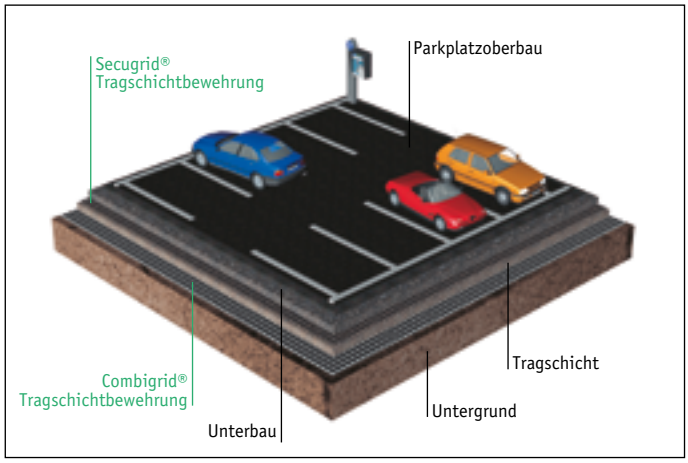


Bild 27 **Tragschichtbewehrungen bei Parkplätzen**

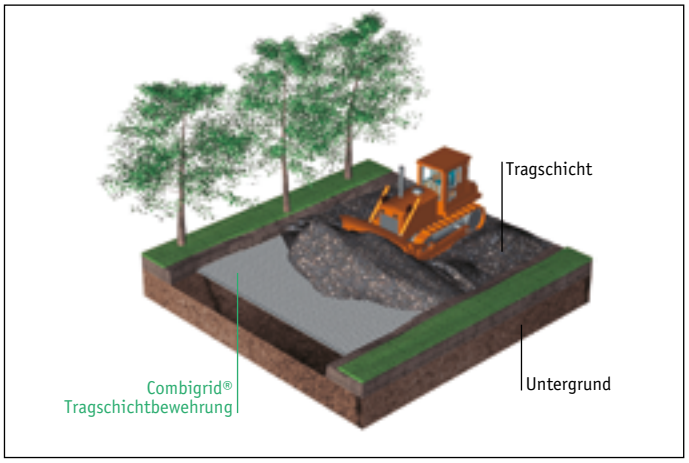


Bild 28 **Tragschichtbewehrung einer Baustraße**

Bild 25
Secugrid® unter Vorspannung eingebaut, für Tragschichten unter Schwerlastverkehr (Skandinavienkai, Lübeck)

Bild 26
Beschüttung der Secugrid®-bewehrten Tragschicht

Untergründen ist die Spurrinnenbildung und somit ein Durchbrechen des Schüttmaterials in den Untergrund unerwünscht. Durch den Einsatz von Secugrid® Geogittern oder Combigrid® wird eine bessere Lastverteilung erzielt und dadurch die Spurrinnenbildung erheblich reduziert. Die Bemessung der Secugrid® Geogitter erfolgt projektbezogen nach den einschlägigen Regelwerken.

Kraft-Dehnungs-Verhalten

Anders als beim Trennen mit Geotextilien ist beim Bewehren ein geringes Dehnungsvermögen erforderlich. Secugrid® Geogitter weisen produktspezifisch keine Konstruktionsdehnung auf. Durch die knotenfesten Verbindungen der geschweißten Bewehrungsstäbe erzielt Secugrid® Bruchdehnungen von weniger als 8 %. Für Produktvergleiche wird vornehmlich die Kraftaufnahme bei 2 % Dehnung herangezogen, da diese Dehnung dem maximalen Gebrauchszustand des Bodens entspricht.

Einbaurobustheit

Bei Einbau von grobkörnigem Schüttmaterial und insbesondere bei der folgenden Verdichtung der Tragschicht ist die Bewehrung einer hohen Einbaubelastung ausgesetzt. Aufgrund der robusten, monolithischen, vergleichsweise dicken Bewehrungsstäbe besitzen Secugrid® Geogitter und Combigrid® eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Einbaubeanspruchungen.

Fazit

Beim Bau von Baustraßen und Verkehrsflächen, besonders bei weichen Untergründen, werden Geokunststoff-Systemlösungen eingesetzt. Soll die Tragfähigkeit des Systems verbessert werden, kommen Secugrid® Geogitter zum Einsatz. Damit wird ein kostenintensiver Bodenaustausch vermieden und die Tragschichtdicke kann in vielen Fällen reduziert werden. Um das Eindringen von Feinanteilen in eine Tragschicht zu verhindern, wird Combigrid® eingebaut.

Gegenüber herkömmlichen Bauweisen ergibt sich durch den Einsatz von Geokunststoffen eine interessante wirtschaftliche Alternative.

Naue Portal

Technik Aufbau Details

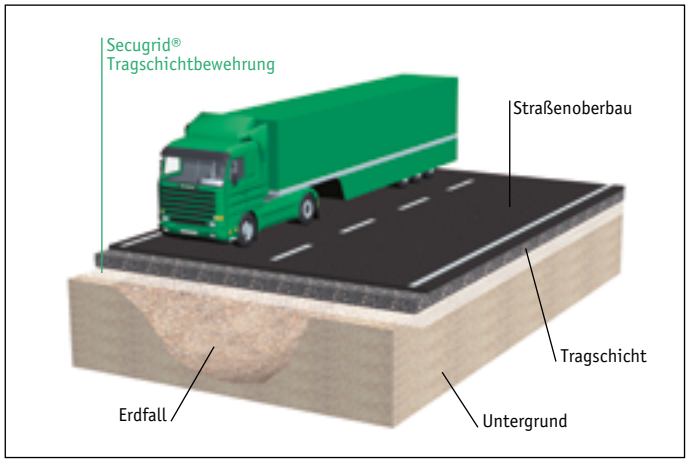


Bild 29 Tragschichtbewehrung über Erdfallgebieten

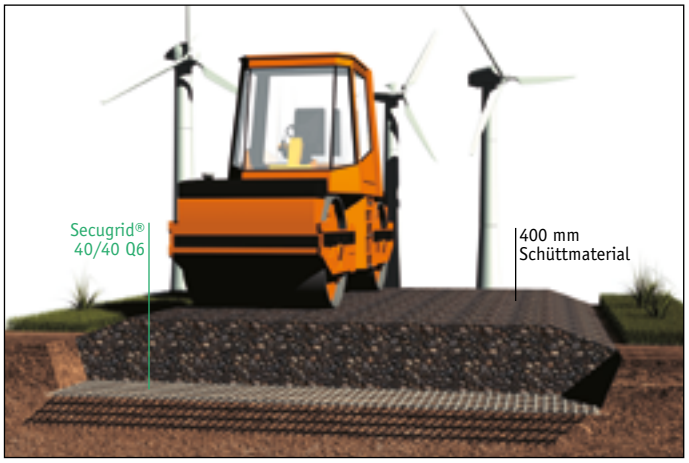


Bild 30 Querschnitt einer tragschichtbewehrten Zufahrtsstraße zu einer Windparkanlage

Grundwasserschutz nach RiStWag

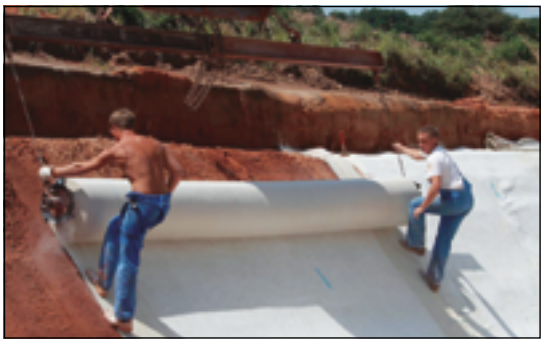


Bild 31
Traversenverlegung von Bentofix® im Randbereich einer Straße (B 70, WSBA Münster)

Beim Bau von Straßen in Wassergewinnungsgebieten schreiben die „Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten" (RiStWag) die Dichtung des Untergrundes und somit gezielte Baumaßnahmen zum Schutz des Grundwassers bindend vor.
Bentofix® geosynthetische Tondichtungsbahnen sowie Carbofol® Kunststoffdichtungsbahnen haben sich bereits in vielen Praxisbeispielen als effektive, wirtschaftliche und baupraktische Dichtungssysteme erwiesen. Dabei werden die Dichtungssysteme im Bereich von Straßentrassen eingesetzt, aber auch unter und neben Schienenwegen, für Löschteiche und Regenrückhaltebecken.

Dichten

Als Alternative zur sonst üblichen erdbautechnisch verdichteten, 40 cm dicken (teilweise sogar 100 cm) mineralischen Abdichtung kommt die ca. 10 mm dicke vernadelte geosynthetische Tondichtungsbahn Bentofix® mit hochquellfähigem natürlichen Natriumbentonit zum Einsatz. Die bei Bentofix® eingesetzten robusten Deck- und Trägergeotextilien sind so dimensioniert, dass sie gegenüber Einbaubeschädigungen ausreichend geschützt sind. Durch die vollflächige, richtungsunabhängige Vernadelung (Faserarmierung) von Bentofix® mit über 2 Millionen Fasern pro m² und dem Einsatz von mechanisch verfestigten Vliesstoffen als Deck- und Trägergeotextil mit rauer Oberflächenstruktur sowie einem großen inneren Reibungswinkel sind, je nach vorliegenden Bodenverhältnissen und Böschungslängen, Böschungsneigungen von mehr als 1:2,5 realisierbar. Bei ungünstigen Bodenverhältnissen oder steileren Böschungen kann die Standsicherheit durch ein zusätzlich verlegtes Secugrid® Geogitter sichergestellt werden. Zudem muss bei Verwendung von Bentofix® Tondichtungsbahnen aufgrund der geringeren Aufbauhöhe sehr viel weniger Boden ausgehoben und entsorgt werden. Bei der Bentofix® Variante BFG 5000 ist der Deckvliesstoff zusätzlich werkseitig vollflächig mit Bentonitpulver gefüllt. Somit kann auf die sonst übliche Bentoniteinstreuung im Überlappungsbereich vor Ort verzichtet werden. Damit ist eine wirtschaftlichere Verlegung möglich.

Der Rohstoff der einkapselnden Geokunststoffe bei Bentofix® ist in der Regel aus Polypropylen (PP) und somit hinreichend beständig gegen herkömmliche Chemikalien, z. B. Diesel, Öle und Benzinkraftstoffe. Alternativ können auch Carbofol® Kunststoffdichtungsbahnen aus PEHD mit einer Mindestdicke von 2,0 mm eingebaut werden. Sie eignen sich hierfür aufgrund ihrer hohen Beständigkeit (z. B. gegen UV-Strahlen, Nagetiere, Medien). Carbofol® lässt sich nicht nur leicht verlegen, sondern besitzt zudem einen günstigen materialspezifischen Schmelzindex. Dadurch lassen sich die Bahnen sehr gut miteinander verschweißen. Für eine ausreichende Scherkraftübertragung in Böschungsbereichen stehen unterschiedliche strukturierte Carbofol® Kunststoffdichtungsbahnen zur Verfügung. In allen Fällen sind die Scherparameter durch entsprechende Scherversuche objektspezifisch zu ermitteln und durch rechnerische Standsicherheitsnachweise zu bestätigen.

Bild 32
Bentofix® RiStWag Abdichtung beim Neubau der B 82n Ortsumgehung (Langelsheim/Astfeld)

Technik Aufbau Details

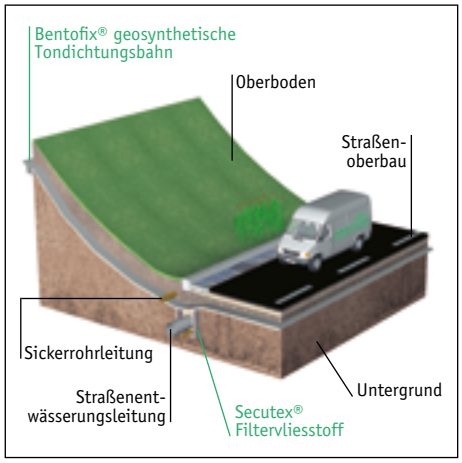


Bild 36 Straßendichtungssystem nach RiStWag mit Bentofix®

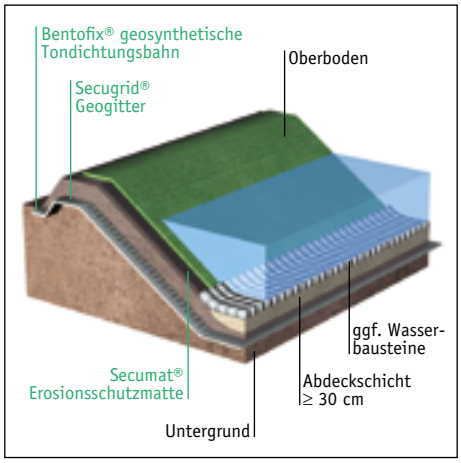


Bild 37 Naue Systemlösung für Regenrückhaltebecken

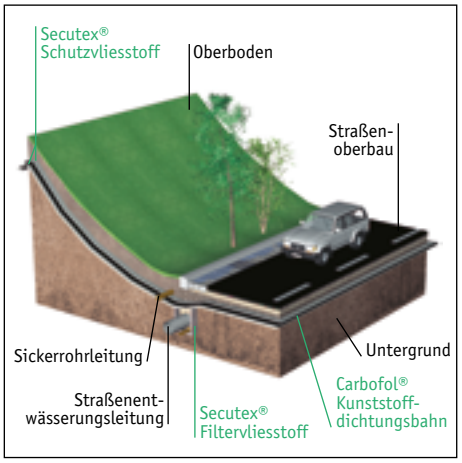


Bild 38 Straßendichtungssystem nach RiStWag mit Carbofol®

Bild 33
Einbau von Bentofix® in einem Regenrückhaltebecken

Schützen

Bei Bentofix® geosynthetischen Tondichtungsbahnen schützen die einkapselnden Geokunststoffelemente nicht nur den Bentonit, sondern bieten auch ausreichende Robustheit für die Handhabung auf der Baustelle. Bei den zu erwartenden hohen Einbaubeanspruchungen empfiehlt es sich, Bentofix® mit mechanisch verfestigten Geotextilien einzusetzen, die eine Masse pro Flächeneinheit von > 270 g/m² haben. Bei Carbofol® Kunststoffdichtungsbahnen ist besonders auf einen sachgemäßen und fachgerechten Einbau zu achten. Je nach Anforderungen müssen oberhalb und ggf. auch unterhalb von Carbofol® zusätzlich mechanisch verfestigte Schutzvliesstoffe wie z. B. Secutex® (aus PP) eingesetzt werden. Bei schwachkiesigen Sanden (Kiesanteil < 30 %) reicht es aus, Carbofol® mit Secutex® Schutzvliesstoffen mit einem Flächengewicht von 400 g/m² zu schützen. Bei grobkörnigen Böden können auch Secutex® Schutzvliesstoffe mit einer Masse pro Flächeneinheit von 1.200 g/m² erforderlich sein. Secutex® Vliesstoffe aus PP werden bei Baumaßnahmen, die gemäß RiStWag durchgeführt werden, eingesetzt.

Bild 34
Verlegung von Carbofol® Kunststoffdichtungsbahnen mit Schachteinbauten in Wasserschutzgebieten

Erosionsschutz

In steileren Böschungsbereichen entstehen bei Starkregenereignissen häufig Erosionsrinnen oder der frisch eingebrachte Grassamen wird weggewaschen. Mit der Secumat® Erosionsschutzmatte wird dies verhindert, da der Boden bei abfließendem Oberflächenwasser in der dreidimensionalen Wirrgelegestruktur zurückgehalten wird. Dazu wird Secumat® direkt auf der Böschung verlegt und mit Boden befüllt. Das Wurzelwerk der Vegetation schließt sich um die Secumat® Wirrlage herum und kann sich somit fest und wirksam verankern.

Fazit

Beim Bau von Straßen, Schienenwegen, Löschteichen und Regenrückhaltebecken im Zuge von Grundwasserschutzmaßnahmen kommen Bentofix® Tondichtungsbahnen oder Carbofol® Kunststoffdichtungsbahnen zum Einsatz.

Bild 35
Einsatz von Bentofix® unterhalb einer Eisenbahntrasse (Dresden, Leipzig)

Mechanisch verfestigte Secutex® Schutzvliesstoffe ermöglichen einen langfristigen Schutz der Carbofol® Kunststoffdichtungsbahnen. Mit Secugrid® Geogittern kann zudem die Standsicherheit von steilen Böschungen sichergestellt und mit Secumat® Erosionsschutzmatten Oberflächenerosionen vorgebeugt werden. Grundwasserschutz nach RiStWag ist somit mit Geokunststoff-Systemlösungen eine wirtschaftliche Alternative, bei der aufgrund der geringeren Aufbauhöhe deutlich weniger Boden ausgehoben und entsorgt werden muss.

Technik Aufbau Details

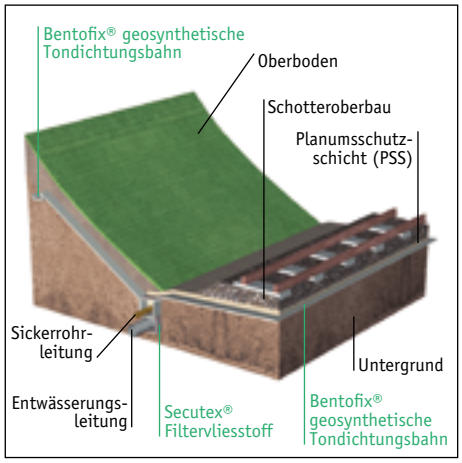


Bild 39 Bentofix® Dichtungssystem im Schienenwegebau durch Grundwasserschutzzonen

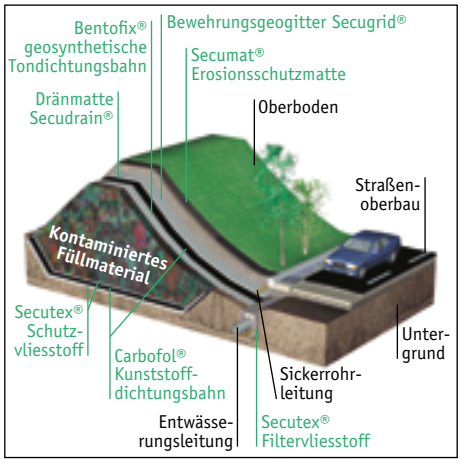


Bild 40 Dichtung eines kontaminierten Lärmschutzwalles

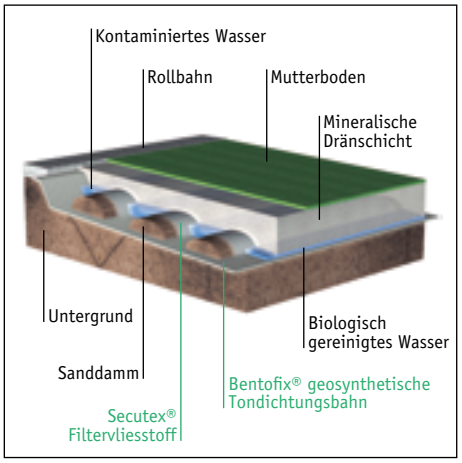


Bild 41 Grundwasserschutz mit Bentofix® am Flughafen München (Biologisches Abbau-System im Gelände)

Geokunststoffe zur Böschungssicherung

Bild 42
Secugrid® 120/40 R6 sichert die Böschungsstabilität beim Lärmschutzwall (A12, Niederlande)

In Böschungen mit hangparallelem schichtenweisen Aufbau des Erdkörpers kommen Secugrid® Bewehrungsprodukte zum Einsatz, wenn die Standsicherheit der Böschung nicht sichergestellt ist. Secumat® Erosionsschutzmatten werden dagegen an der Böschungsoberfläche eingebaut, wenn zu befürchten ist, dass durch Niederschlag eingebrachte Vegetationssamen weggewaschen und Erosionsrinnen in der Böschung entstehen können. In beiden Fällen dienen Secugrid® und Secumat® Geokunststoffprodukte dazu, die Böschung zu sichern.

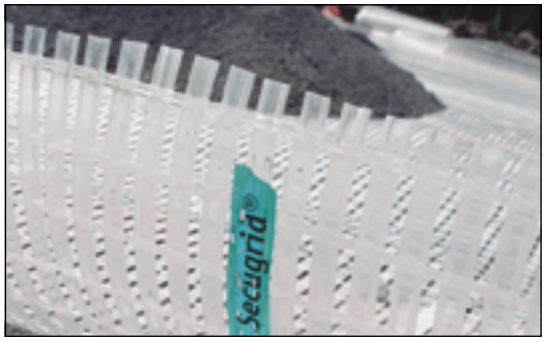


Bild 43
Secugrid® R-Gitter besonders geeignet für einaxiale Bewehrungsaufgaben

Standsicherheit

Aus wirtschaftlichen Überlegungen ist es in der Regel sinnvoll, Böschungen möglichst steil zu konzipieren. Dadurch kann entweder eine größere Kronennutzfläche erzielt oder die Dammaufstandsfläche reduziert werden. Erfüllen die Reibungsbeiwerte der Böden nicht die Anforderungen der Erdstatik, müssen besondere Maßnahmen getroffen werden, um die Standsicherheit dennoch sicherzustellen. Eine wirtschaftliche Alternative zur Veränderung der Böschungsgeometrie ist die Verwendung von knotenfesten Secugrid® Geogittern aus hochzugfesten gereckten, monolithischen Flachstäben, um die überschüssigen Hangabtriebskräfte schadlos abzutragen. Durch die optimierte Dimensionierung des Geogitters, kombiniert mit der Knotenfestigkeit der Flachstäbe, wird ein optimaler Kraft- und Formschluss mit dem umgebenden Boden erzielt. Secugrid® ist so konzipiert, dass keine produktionsbedingten Konstruktionsdehnungen auftreten. Dies bedeutet eine sofortige Kraftaufnahme bei Aufbringung der Auflast. Secugrid® Geogitter weisen durch die ausgewählten Rohstoffe und den Reckvorgang einen steileren Anstieg

Bild 44
Einbau des Oberbodens in die Erosionschutzmatte Secumat® (Regenrückhaltebecken, Köthen)

im Kraftdehnungsdiagramm im Vergleich zu herkömmlichen Geokunststoffbewehrungen auf. Die höhere Kraftaufnahme bei geringeren Dehnungen führt zu einer wirtschaftlicheren Bauweise. Für die Standsicherheitsberechnung von Böschungen gelten u. a. das „FGSV-Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues M Geok E“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) und die „Empfehlungen für Bewehrungen aus Geokunststoffen“ (EBGEO), erarbeitet vom Arbeitskreis 5.2 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT).

Technik Aufbau Details

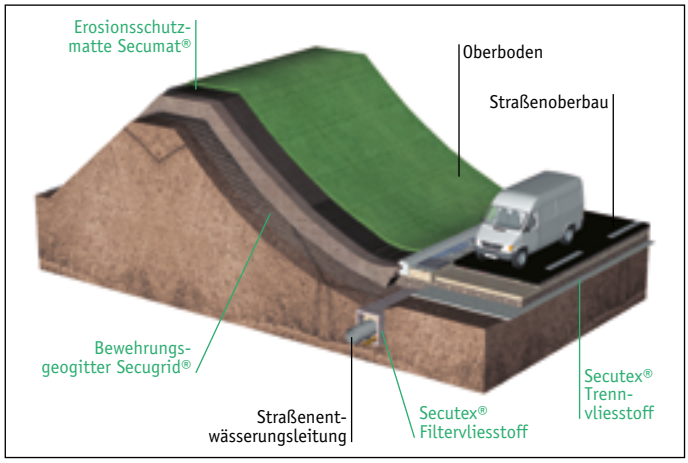


Bild 48 Böschungssicherung an einem Lärmschutzwall

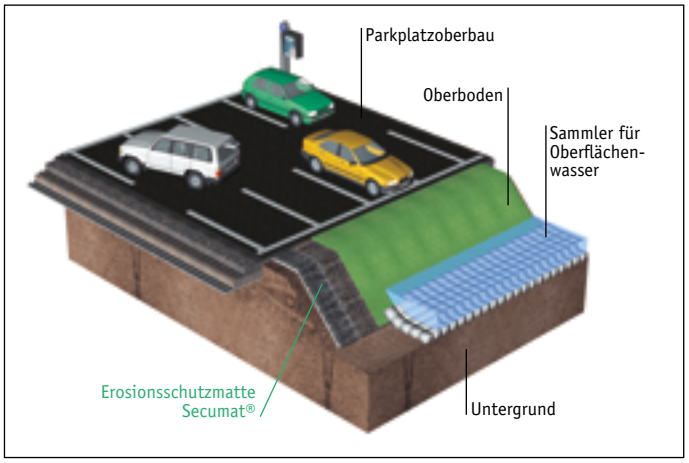


Bild 49 Erosionssicherung einer Rinne zur Sammlung von Oberflächenwasser

Bild 45
Böschungssicherung und Schichtenwassersammlung mit Secudrain®

Die bei Secugrid® eingesetzten Polyester (PET) Rohstoffe bzw. Polypropylen (PP) Rohstoffe sichern hervorragende Produkteigenschaften, die zu einer besonders wirtschaftlichen Dimensionierung führen. Als Beispiel kann das Kriechverhalten herangezogen werden. Die für Secugrid® ausgewählten Rohstoffe weisen ein niedriges Kriechverhalten auf. Somit kann Secugrid® langfristig höhere Kräfte aufnehmen als andere vergleichbare Produkte aus z. B. polyolefinen Rohstoffen.

Bild 46
Befüllung der Erosionsschutzmatte in einem Regenwassersammler (A43, Chalons - Albertville)

Erosionsschutz

In Böschungsbereichen können auftreffende Regentropfen eine Bodenablösung erzeugen, die gerade bei feinkörnigen Böden zu Erosionsrinnen führt. Diese Erosionen sind um so stärker, je geringer der Böschungsbewuchs ist. Aus diesem Grund kommt die geosynthetische Erosionsschutzmatte Secumat® an erosionsgefährdeten Böschungen zum Einsatz. Das dreidimensionale unregelmäßige Wirrgelege von Secumat® ist so konzipiert, dass sowohl feinkörnige als auch feinkiesige Böden problemlos in das offene Wirrgelege eingebracht werden können. Gerade die unregelmäßige Secumat® Struktur hält den eingebrachten Boden in steileren Böschungen fest und gibt der Vegetation den nötigen Halt in der ersten Wachstumsphase. Fachgerecht ausgewählt, reduziert Secumat® Auswaschungen bei Starkregenereignissen, wie sie in Mitteleuropa auftreten können, deutlich. Durch die Verwendung von hochwertigen Polypropylen (PP) Rohstoffen ist Secumat®

Bild 47
Böschungssicherung zur Behebung der Hochwasserschäden auf dem Weesensteiner Abschnitt der Müglitztalbahn

gegen alle im Boden vorkommenden natürlichen Chemikalien, Mikroorganismen und UV-Bestrahlung beständig. In Verbindung mit einem Trägervliesstoff ist der Aufbau des Erosionsschutzproduktes identisch mit dem geosynthetischen Dränsystem Secudrain® und stellt in dieser Form gleich zwei Funktionen - Trennen und Erosionsschutz - sicher. Das Wirrgelege wird dabei zur Oberseite hin verlegt.

Fazit

Secugrid® Geogitter stellen die Standsicherheit im Böschungsbereich sicher, wenn Platz sparende steile Böschungen, wie z. B. bei Lärmschutzwällen, Regenrückhaltebecken, Dammbau, usw. notwendig sind.

Um an den Böschungen Erosionen zu vermeiden, wird dort die Erosionsschutzmatte Secumat® eingesetzt. Sie verhindert nicht nur Auswaschungen bei Starkregen, sondern gibt auch der Vegetation, gerade in der Anwuchsphase, den nötigen Halt. In Abflussgräben verhindert Secumat® ein Auswaschen von Bodenpartikeln und sichert somit die Gebrauchstauglichkeit des Systems.

Technik Aufbau Details

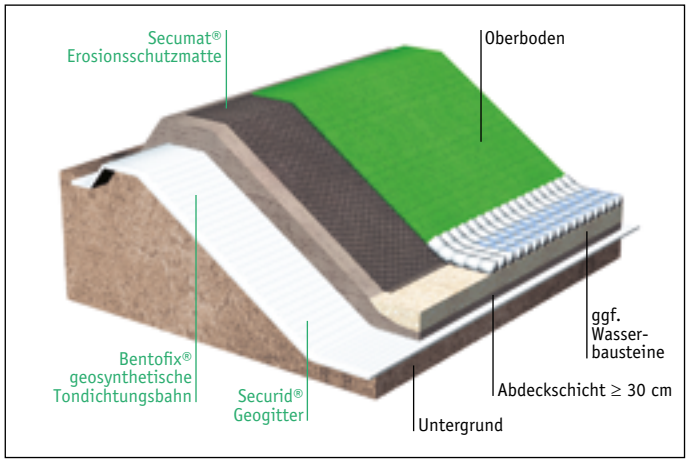


Bild 50 **Böschungsdichtung und -sicherung in einem Regenrückhaltebecken**

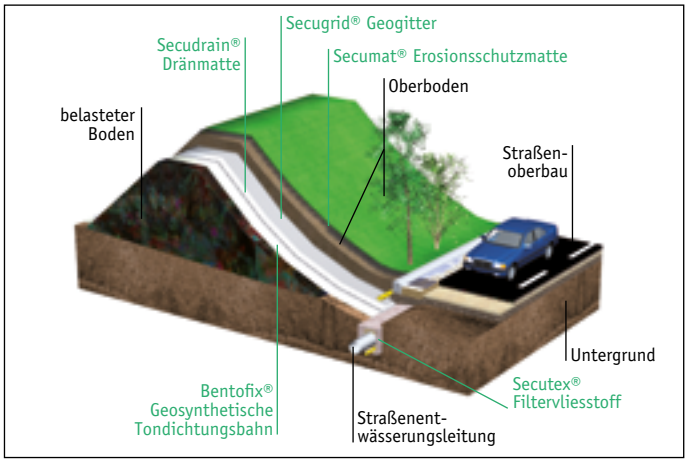


Bild 51 **Sicherungsmaßnahmen beim Einsatz von Böden mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen nach dem FGSV-Merkblatt M TS E**

Geokunststoffe für Steilwände und Stützkonstruktionen

Bild 52
Bewehrte Steilböschung nach dem Umschlagverfahren mit verlorener Stahlgitterschalung und Begrünungsmatte als Außenhaut

Mit Geokunststoff-Systemlösungen lassen sich Konstruktionen für Lärmschutzwälle, Stützwände, bewehrte Böschungen und Verbreiterungsmaßnahmen bis zu Neigungen von 90° realisieren.

Bewehrung

Der Einsatz von Secugrid® Geogittern zur Bewehrung von Steilwänden und Stützkonstruktionen ist dann erforderlich, wenn die Scherfestigkeit des verwendeten Bodenmaterials allein nicht ausreicht, die notwendige Standsicherheit des Systems sicherzustellen. Hierfür eignen sich besonders Secugrid® R Geogitter, die für einaxiale Bewehrungsaufgaben entwickelt wurden. Diese bestehen aus hochzugfesten, gereckten, monolithischen Flachstäben, die knotenfest miteinander verschweißt sind. Diese spezielle Gitterkonzeption ermöglicht einen sofortigen Formschluss/eine Verzahnung mit dem umgebenden Boden. Eine zusätzliche Bemessungskomponente ergibt sich aus dem Kraftschluss/der Reibung mit dem umgebenden Boden. Zur Minimierung von unzulässigen Verformungen ist eine hohe Kraftaufnahme bei niedriger Dehnung erforderlich. Secugrid® ist so konzipiert, dass es keine Konstruktionsdehnung aufweist. Durch den ausgewählten Polyester (PET) Rohstoff, die hochzugfesten, gereckten, monolithischen Flachstäbe können Zugfestigkeiten von 600 kN/m bei einer ausgesprochen niedrigen Bruchdehnung von ≤ 8 % erzielt werden. Je nach Anwendungsfall können auch Geogitter aus PP eingesetzt werden.

Bild 53
Bau einer Stützwandkonstruktion mit Secugrid® (Marbella Hill, Spanien)

Beim Einbau des Füllbodens sind neben den bodenmechanischen Anforderungen hinsichtlich der Tragfähigkeit und des Frost- und Entwässerungsverhaltens auch die Verbundwirkung und die Robustheit der Bewehrung zu untersuchen. Durch die erforderliche Verdichtung des Füllmaterials entstehen in der Regel hohe Einbaubelastungen. Die monolithischen Flachstäbe sind wegen ihrer großen Querschnittsfläche äußerst robust gegenüber dynamischen Einbaubeanspruchungen, was in zahlreichen Versuchen und Teststrecken nachgewiesen werden konnte.

Außenhautkonstruktion

Um letztendlich ein in das Landschaftsbild passendes Objekt zu schaffen, werden für bewehrte Steilböschungen und -wände verschiedenartige Außenhautgestaltungen vorgesehen. Bei bewehrten Steilböschungen bis 45° können Secugrid® Geogitter horizontal ohne besondere Außenhautelemente verlegt werden. Zum Schutz gegen ein mögliches Auswaschen des Füllbodens zwischen den Bewehrungslagen eignet sich filterstabiles Bodenmaterial oder die Erosionsschutzmatte Secumat®, die mit einer Rasenansaat gefüllt wird.

Bei steileren Ausführungen bis ca. 70° Neigung ist die Verwendung der Umschlagmethode für Secugrid® Geogitter unerlässlich. Dabei werden beim Bau temporäre oder verlorene Schalungen errichtet. Zur Verhinderung der Erosion oder des Auswaschens von Bodenmaterial kann es erforderlich sein, dass ein Secutex® Vliesstoff auf der Innenseite der Beweh-

Technik Aufbau Details

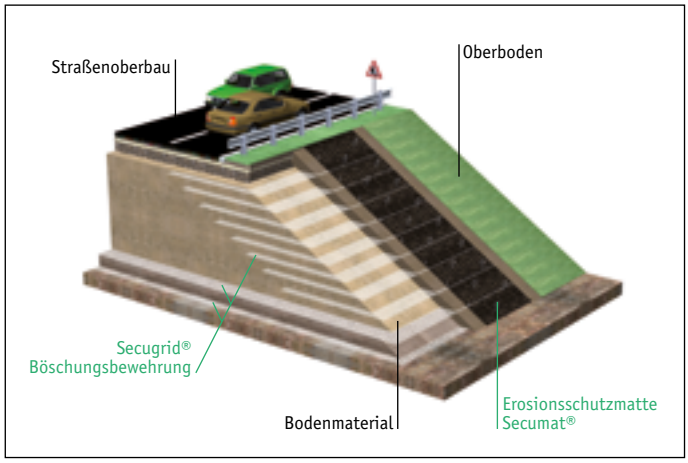


Bild 57 Bewehrte Böschung bis 45° mit Secugrid®

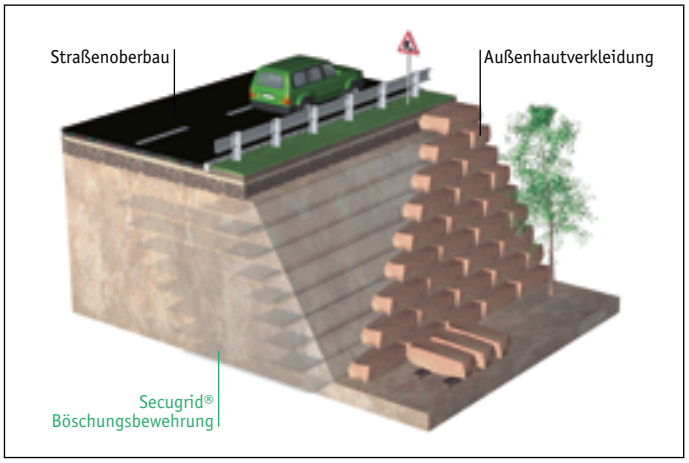


Bild 58 Bewehrte Böschung bis 70° mit Umschlagmethode mit freistehender Außenhautverkleidung

rung eingesetzt werden muss. Die Filterstabilität von Secutex® wird gemäß den Vorgaben im Kapitel „Filtern mit Geotextilien" berechnet. Eine weitere Schutzmöglichkeit gegen Auswaschen ist der Einsatz einer Erosionsschutzmatte Secumat®, die nach Fertigstellung der Konstruktion mit einer Spritzbegrünung versehen wird.

Bild 54
Abfangen des Erddrucks auf eine Kellerwand (Stützkonstruktion, Heilbronn)

Weitere interessante Gestaltungsmöglichkeiten an der Außenhaut von Steilwänden mit Neigungen bis nahezu 90° bieten Natursteine, Gabionen, gebrochene Felsblöcke und Betonformteile. Hierbei sind insbesondere Fragen der Begrünbarkeit - falls gewünscht - zu prüfen. Der Anschluss Außenhautelement/Geokunststoff erfolgt nach den statischen Erfordernissen über Reibung in der Fuge Außenhautelement/Secugrid®, durch werkseitiges Verbinden oder durch spezielle Klemm- bzw. Steckmethoden vor Ort.

Bild 55
Secugrid® bewehrte Stützwandkonstruktion mit Gabionen

Gründung massiver Außenhautelemente

Anforderungen an die Gründung massiver Außenhautelemente werden in den „Empfehlungen für Bewehrungen aus Geokunststoffen" (EBGEO) der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik beschrieben. Grundsätzlich gelten die allgemeinen Regeln des Erd- bzw. Betonbaus. Bei Polsterwänden ist ein spezielles Element in der Regel nicht notwendig.

Bild 56
Bewehrte Böschung mit Secugrid® Geogittern, eingebaut im Umschlagverfahren

Fazit

Die Firma Naue produziert am Standort Adorf/Sachsen Geogitter aus Polyester (PET)- und Polypropylen (PP)-Flachstäben. Überlegene Beständigkeit, geringe Kriechneigung (insbesondere bei PET-Geogittern), extrem niedrige Bruchdehnung (hoher Anfangsmodul) und hohe Robustheit kennzeichnen die Secugrid® Produkte. Für den Bau von bewehrten Steilböschungen und -wänden werden Secugrid® Geogitter, Secutex® Filtervliesstoffe und Secumat® Erosionsschutzmatten eingesetzt. Geokunststofflösungen sind gegenüber konventionellen Konstruktionen einfach zu bauen und können danach durch ihre Flexibilität unterschiedliche Setzungen ohne Zerstörung ertragen. Die Außenhaut kann problemlos an Geokunststoffsysteme angeschlossen werden.

Naue m³ ist ein System zur Durchführung Secugrid® bewehrter Steilböschungssysteme und Stützkonstruktionen

Für weitere Informationen kontaktieren Sie uns unter info@naue.com

Technik Aufbau Details

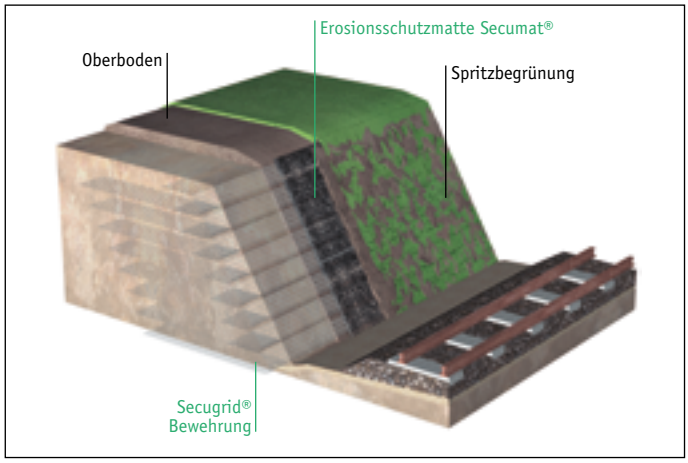


Bild 59 Bewehrte Böschung bis 70° mit Umschlagmethode und Spritzbegrünung

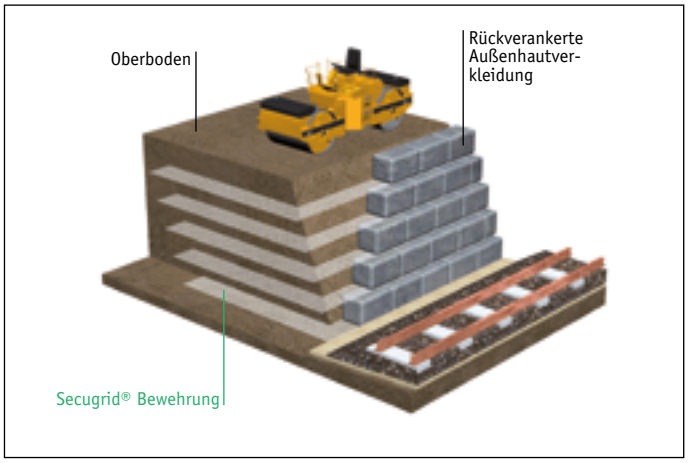


Bild 60 Bewehrte Stützkonstruktion bis 87° mit rückverankerter Außenhautverkleidung

Geokunststoffe zur Bauwerksdränung

Bild 61
Secudrain® als Kellerwanddränage und gleichzeitige Schutzlage der Kellerwanddichtung

Zur Vermeidung von Schäden und Mängeln bei Stützwänden, Brückenfundamenten, Kellerwänden oder anderen erdberührten Bauwerken ist häufig neben einer dauerhaften Abdichtung eine langfristig wirksame Dränage notwendig.

Dränen

Das geosynthetische Dränsystem Secudrain® besteht aus einem dreidimensionalen, statisch stabilen, wellenförmigen Wirrgelege als Sickerschicht aus Polypropylen (PP) Monofilamenten und mindestens einem filterstabilen Secutex® Vliesstoff. Aufgrund des hohen Hohlraumanteils der Sickerschicht (Porenanteil mindestens 95 %) besitzt Secudrain® ein

Bild 62
Bauwerksentwässerung mit Secudrain® hinter einer bewehrten Steilwand

hohes Wasserableitvermögen in allen Richtungen. Die Auflastabhängigkeit des Wasserableitvermögens wird in Laborversuchen geprüft und in Druckkriechkurven dokumentiert. Da die Abflussleistungen bei den unter Auflast zu erwartenden Secudrain® Dicken ermittelt werden und mit Langzeit-Laborerfahrungen und Aufgrabungsergebnissen übereinstimmen, brauchen keine besonderen Abminderungsfaktoren beim Drännachweis berücksichtigt werden (siehe Kapitel „Dränen mit Geotextilien“). Secudrain® wird unter anderem zur Entwässerung erdberührter Flächen und Hinterfüllung von Bauwerken eingesetzt, leitet anfallendes Sickerwasser druckverlustarm ab und reduziert den hydrostatischen Druck auf das Bauwerk und sein Abdichtungssystem.

Bild 63
Hinterfüllung von Secudrain® im Kellerbereich

Filtern

Die PP Secutex® Vliesstoffe auf Secudrain® müssen nach den gängigen Filterregeln dimensioniert werden (siehe Kapitel „Filtern mit Geotextilien“). So verhindern sie langfristig das Einschwemmen von Feinanteilen in die dreidimensionale Sickerschicht und stellen zugleich die erforderliche Filterstabilität zum umgebenden Boden sicher. Besonders vorteilhaft ist die Stützwirkung des dreidimensionalen, unregelmäßig angeordneten Wirrgeleges für den Secutex® Filtervliesstoff: Eine Eindrückung von Secutex®, die zu einer Reduzierung der Wasserableitfähigkeit führen würde, ist nicht zu befürchten.

Schützen

Secudrain® wird in Verbindung mit Geokunststoff-Dichtungssystemen nicht nur als leistungsfähiger Ersatz mineralischer

Technik Aufbau Details

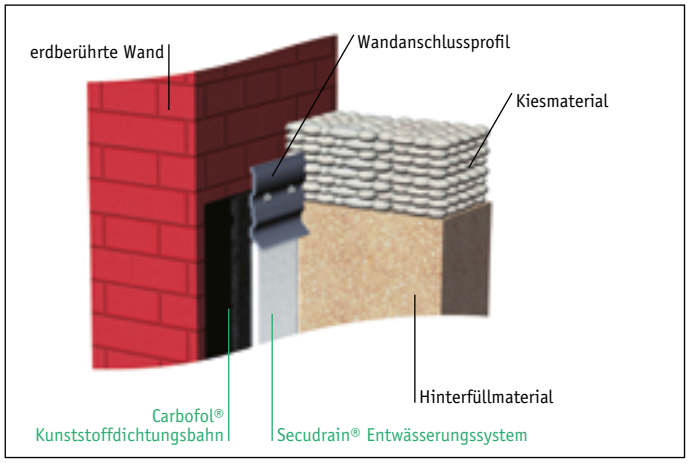


Bild 67 Bauwerksentwässerung (Detail Wandabschluss)

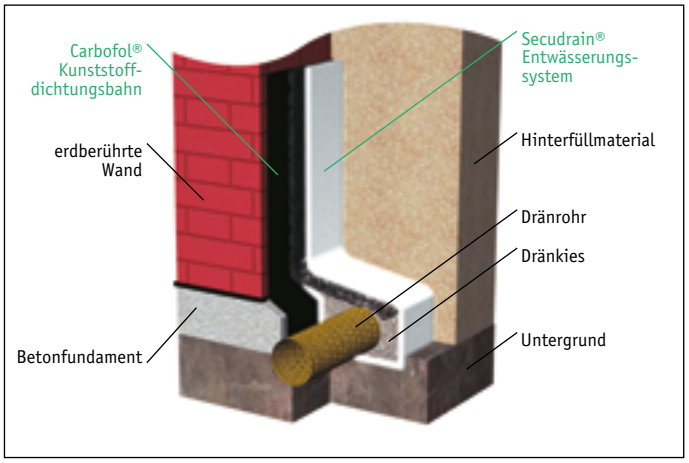


Bild 68 Bauwerksentwässerung (Detail Dränanschluss)

Entwässerungsschichten eingesetzt, sondern dient gleichzeitig als wirksame Schutzlage für das Abdichtungssystem. Aber auch beim Einsatz eines grobkörnigen Entwässerungsbodens muss ein z. B. mechanisch verfestigter 1.200 g/m² schwerer Secutex® Vliesstoff eingesetzt werden. Auf einen weiteren filterstabilen Secutex® Vliesstoff zwischen dem Entwässerungsboden und der in der Regel feinkörnigen Hinterfüllung darf zur Sicherstellung der Filterstabilität ebenfalls nicht verzichtet werden.

Bild 64
Druckfreies Ableiten von Niederschlags- und Grundwasser mit Secudrain® im Tunnelbau (Pustertal)

Beständigkeit

Die zur Entwässerung erdberührter Bauwerke eingesetzten Verbundprodukte, bestehend aus Secudrain® und Secutex®, sowie die Carbofol® Kunststoffdichtungsbahnen oder die Bentofix® Tondichtungsbahnen sind unverrottbar und beständig gegen alle im Boden vorkommenden Chemikalien.

Verlegung

Secudrain® als Entwässerungselement lässt sich problemlos an erdberührten Bauwerken verlegen und befestigen. Der flexible multifunktionale Dränverbundstoff kann um Ecken, Kanten oder komplizierte Bauwerksformen herum verlegt werden, ohne dass das Produkt in seinen Eigenschaften nachteilig verändert wird. Durch einen werkseitig hergestellten Secutex® Filtervliesstoffüberstand ist ein einfaches und schnelles Stoßen der Längsüberlappungen möglich. Dadurch wird ein durchgängiger Wassertransport in den Sickerschichten sichergestellt (siehe Abbildung 65). In Querrichtung werden die Produkte einfach überlappend verlegt. Durch die standardmäßige Rollengröße mit einem Durchmesser von 0,70 m (1,90 m breit und 35 m lang), lassen sich Secudrain® Rollen problemlos von zwei Personen auf der Baustelle handhaben und verlegen. Für Sonderfälle kann Secudrain® werkseitig auf 3,90 m Breite vorkonfektioniert werden.

Bild 66
Einsatz von Secudrain® bei Brückenwiderlager („Le Quartier", Düsseldorf)

Fazit

Der Einsatz von Secudrain® Dränsystemen sichert bei erdberührten Bauwerken langfristig die kontrollierte Ableitung von anfallendem Sickerwasser. Somit wird der hydrostatische Druck auf das Bauwerk reduziert. Bei Verwendung von Carbofol® Kunststoffdichtungsbahnen und Bentofix® Tondichtungsbahnen wirkt Secudrain® zusätzlich als Schutzsystem. So werden mechanische Beschädigungen der Dichtung durch das Hinterfüllmaterial verhindert.

Selbst bei komplizierten Bauwerksformen wird durch den Einsatz von Secudrain® Dränsystemen ein einfacher, schneller und wirtschaftlicher Einbau sichergestellt.

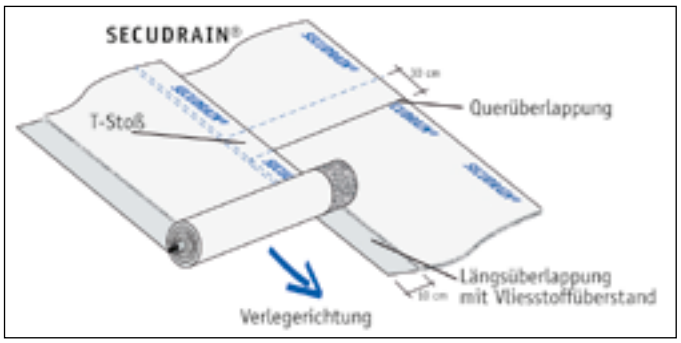


Bild 65
Überlappungen des Secudrain® Entwässerungssystems

Technik Aufbau Details

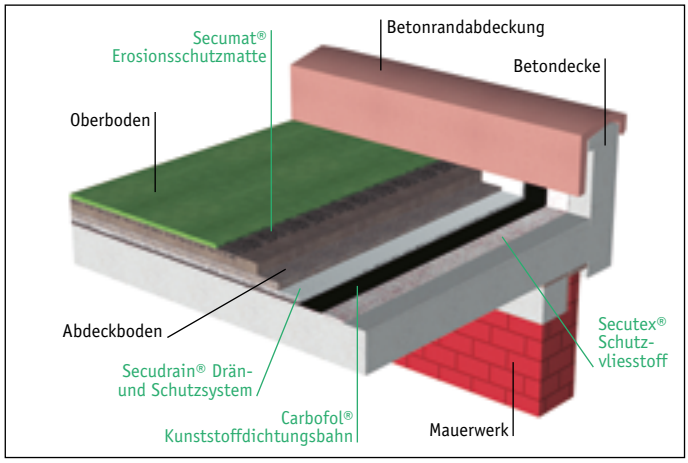


Bild 69 Geokunststoffe für Flachdächer

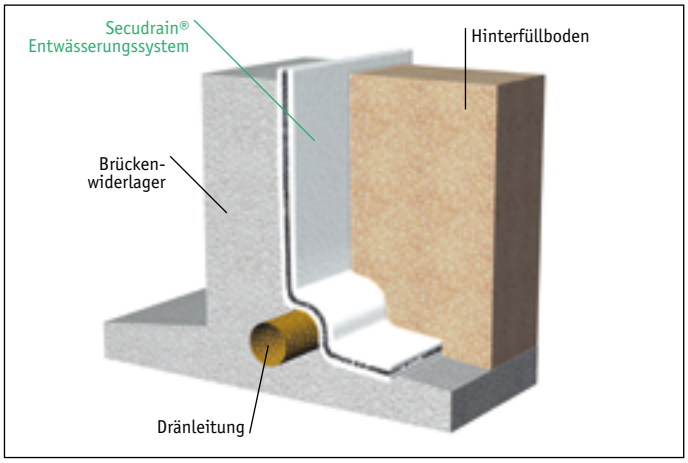


Bild 70 Entwässerung eines Brückenwiderlagers

Geokunststoffe zur Überbauung weicher Untergründe

Bild 71
Verschweißen der gasdichten Carbofol® Abdeckung (Teersee, Rositz)

Das Überbauen und Dichten von weichen, häufig kontaminierten Untergründen ist erforderlich, wenn eine Wiederherstellung des Urzustandes (Rekultivierung) gefordert ist oder eine Folgenutzung des Geländes angestrebt wird. Geosynthetische Systemlösungen erlauben aufgrund ihres geringen Gewichtes kostengünstige Varianten.

Bewehren

Bei der Überbauung von großflächigen, weichen Untergründen ist die Begehbarkeit oder Befahrbarkeit der Fläche die größte Herausforderung, da dies die Voraussetzung für die weitere Aufbringung der vorgesehenen Komponenten ist. Combigrid®, ein Verbundstoff aus einem knotenfesten Secugrid® Geogitter und einem mechanisch verfestigten Secutex® Vliesstoff, kann auf weichen Untergründen ausgerollt werden und ist sofort begehbar. Die Eigenstabilität des knotenfesten Secugrid® Geogitters mit seinen dicken, monolithischen Flachstäben in Verbindung mit dem Trenn- und Filtervliesstoff verteilt die bei Begehung/Befahrung vorhandenen Punkt- und Flächenlasten gleichmäßig großflächig und führt so zu einer Reduzierung der Flächenpressungen. Daraus ergibt sich eine verbesserte Tragfähigkeit. Das anschließende Aufbringen der Tragschicht ist problemlos möglich. Combigrid® verhindert nicht nur das Durchbrechen des meist grobkörnigen Schüttmaterials in den weichen Untergrund, sondern bewirkt auch durch die Aufnahme von Spreizkräften eine Tragfähigkeitsverbesserung.

Bild 72
Combigrid® im Einsatz über einem extrem weichen Untergrund

Dichten

Geht von dem weichen Untergrund ein Umweltrisiko aus, ist das Aufbringen einer Dichtung erforderlich. Dies ist z. B. der Fall, wenn abgelagerte Produktionsrückstände aus Teerverarbeitungswerken abgedeckt werden müssen. Auf der zuvor eingebauten Tragschicht, bestehend aus einer mit Combigrid® bewehrten, gasgängigen Schüttung, können Carbofol® Kunststoffdichtungsbahnen aus Polyethylen hoher Dichte (PEHD) problemlos ausgerollt und verschweißt werden. Somit wird zum einen das weitere Eindringen von Niederschlagswasser, zum anderen das Entweichen von starken Ausgasungen aus den Produktionsrückständen verhindert. Bei grobkörnigem Tragschichtmaterial oder vor dem Aufbringen einer grobkörnigen Entwässerungsschicht sind Schutzmaßnahmen für die Carbofol® Kunststoffdichtungsbahnen notwendig. So werden

Bild 73
verschweißte Carbofol® Kunststoffdichtungsbahn (Allmannsweier, Deutschland)

Technik Aufbau Details

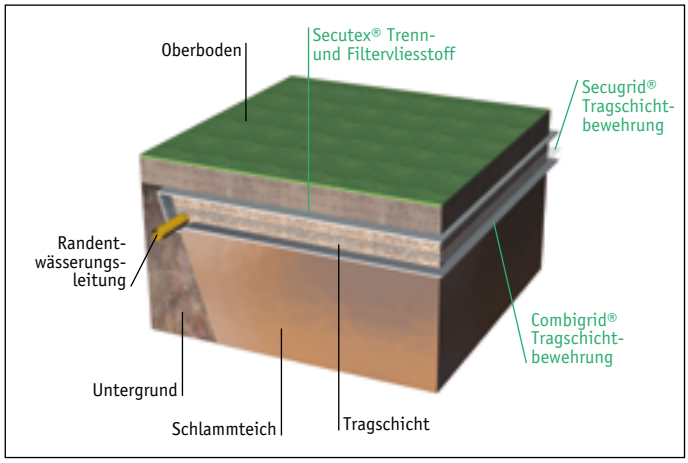


Bild 76 Überbauung eines Schlammteiches (Prinzipskizze)

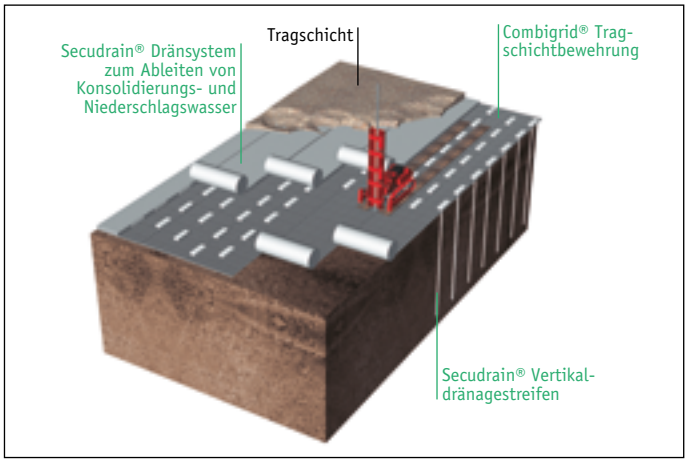


Bild 77 Tragschichtbewehrung und Konsolidierungsbeschleunigung mit Geokunststoffen

Bild 74
Einbau des Oberbodens oberhalb der Horizontalentwässerung Secudrain®

unzulässige Verformungen in der Kunststoffdichtungsbahn beim Einbau und im Endzustand verhindert. Dazu eignet sich ein 1.200 g/m² schwerer, mechanisch verfestigter Polypropylen (PP) Secutex® Vliesstoff.
Die Verlegung der vollflächig vernadelten, Schubkraft übertragenden geosynthetischen Tondichtungsbahn Bentofix® bietet sich bei besonders setzungsempfindlichen Untergründen an. Durch die Verwendung von sehr dehnfähigen, mechanisch verfestigten Vliesstoffen als Deck- und Trägergeotextilien sind Flächendehnungen von 30 % bei Bentofix® schadlos möglich. Diese Eigenschaft kommt zum Tragen, wenn das Setzungsverhalten nicht sicher prognostiziert werden kann oder mit ungleichmäßigen Setzungen gerechnet werden muss. Durch das Anlegen einer kuppenförmigen Dichtung mit einem dehnfähigen Geokunststoff-System ist selbst nach dem durch Konsolidierung verursachten Setzungsprozess ein dachprofilartiges Dichtungssystem sichergestellt.

Vertikaldräns

Konsolidierungsprozesse sind auflastabhängige langfristige Vorgänge, bei denen es zum Entweichen von überschüssigem Porenwasser kommt. Aus diesem Grund werden mechanisch verfestigte Secudrain® Vertikaldräns senkrecht in den konsolidierenden Boden eingebaut. Secudrain® Vertikaldräns sind in der Regel 10 cm breit und bestehen aus einem grobfaserigen Vliesstoff als Dränkern und mechanisch verfestigten Vliesstoffen auf beiden Seiten. Somit besitzen die Vertikaldräns nicht nur eine langfristige Filterstabilität (siehe Kapitel „Filtern mit Geotextilien“), sondern sind auch flexibel und besonders bei setzungsempfindlichen, weichen Untergründen einsetzbar. Durch den Einbau von Secudrain® Vertikaldräns lässt sich die Konsolidierungszeit weicher, wenig durchlässiger Böden erheblich verkürzen. Mit sogenannten „Stitchern“ werden die Secudrain® Vertikaldräns schnell und lagegenau in den Boden eingestochen.

Das Ableiten der Ausgasungen unterhalb des Dichtungssystems kann ebenfalls mit einem kostengünstigen geosynthetischen Secudrain® Dränsystem ausgeführt werden. Secudrain® läßt sich problemlos per Hand von einer Person ausrollen und mit der vorgesehenen Carbofol® oder Bentofix® Dichtungsbahn überbauen. Auch oberhalb der vorgesehenen Dichtung ist Secudrain® eine kostengünstige Alternative und erfüllt die Funktionen Schützen, Trennen, Filtern und Dränen in einem Produkt.

Fazit

Geosynthetische Systemlösungen sind häufig die einzige Möglichkeit zur schnellen Überbauung und Dichtung weicher Untergründe.

Bild 75
Zweilagige Secugrid® und Combigrid® Bewehrung eines Straßendammes, Bundesstraße bei Nordenham

Mit dem Einsatz von Secugrid®/Combigrid® Bewehrungsprodukten ist eine sofortige Begeh- und Befahrbarkeit möglich. Setzungen werden vergleichmäßigt. Secutex® Vliesstoffe schützen zudem die Carbofol® Kunststoffdichtungsbahn vor mechanischen Beschädigungen. Besteht die Gefahr ungleichmäßiger Setzungen, werden anstelle der Carbofol® Kunststoffdichtungsbahnen Bentofix® Tondichtungsbahnen eingebaut.

Zur Beschleunigung der Konsolidierung werden filterstabile, flexible Secudrain® Vertikaldräns eingestochen. In der Fläche geschieht das Ableiten von Ausgasungen und Niederschlagswasser durch Secudrain®.

Technik Aufbau Details

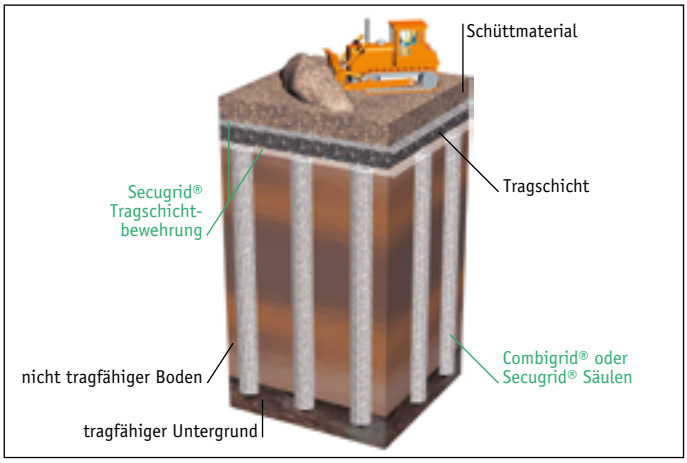


Bild 78 Tragschichtbewehrung auf weichen Untergründen

Bild 79 Secugrid® Geogitter zur Sicherung von Verkehrswegen über Erdfallgebieten

Geokunststoffe im Rohrleitungsbau

Bild 80
Schutzummantelung einer Rohrleitung mit Secutex® (Arnstorf)

Beim Verlegen von Rohrleitungen ist deren Unversehrtheit oberstes Ziel. Geokunststoffe, wie z. B. mechanisch verfestigte Secutex® Schutzvliesstoffe, aber auch knotenfeste Secugrid® Geogitter geben den nötigen Schutz für das Leitungssystem in allen kritischen Projektphasen.

Schützen

Beim Bau von Rohrummantelungen ist der Füllsand inzwischen zu einem erheblichen Kostenfaktor geworden. Der Bedarf pro Laufmeter Graben sowie der Transport und der Aufwand für den Einbau sind nicht unbedeutend und wirtschaftlich häufig nicht mehr zu vertreten. Eine Alternative zu herkömmlichen Bauweisen sind die Secutex® Schutzvliesstoffe. Je nach Korngrößenverteilung des Füllmaterials und der vorhandenen Auflast kommen verschiedene Secutex® Produktvarianten zum Einsatz. Bei Böden bis zu einer maximalen Körnung von 8 mm eignen sich Secutex® Schutzvliesstoffe mit einer Dicke von 4,5 mm, bei steinigen Schüttmaterialien können Schutzvliesstoffe mit Dicken von 20 mm nötig sein. Als Anhaltswert kann die im Lastplattendruckversuch ermittelte Dehnung bei einer mindestens 2,5-fach höheren Belastung nach 100 Stunden herangezogen werden. Die tatsächlich zulässige Dehnung richtet sich nach den Anforderungen des Rohres und kann zwischen 0,25 % und 1 % liegen.

Bild 81
Combigrid® im Rohrleitungsgraben zur Tragfähigkeitserhöhung (Briesen)

Secutex® ist nicht nur beständig gegen alle im Boden vorkommenden Chemikalien, sondern besitzt auch eine hohe thermische Beständigkeit. Dies ist insbesondere für Fernwärmeleitungen etc. von Bedeutung. Die Ummantelung mit Secutex® wirkt sich positiv auf den kathodischen Erosionsschutz der Rohre aus.

Bild 82
Einbau von Secugrid® über die verlegten Rohre als Bewehrung und gegebenenfalls als Signallage bei Aufgrabungen (Briesen)

Secutex® Schutzvliesstoffe lassen sich auf Wunsch in verschiedenen Breiten vorkonfektionieren. Die Rollenware erlaubt ein leichtes Handling und eine schnelle Verlegung, da die Rohre bereits außerhalb des Grabens mit dem Schutzvliesstoff umwickelt werden können. Innerhalb von Baugruben und Rohrgräben muss die Standsicherheit der Rohrleitungen sichergestellt werden. In Gebieten mit nicht tragfähigen Untergründen oder in Grundwasserwechselzonen kann es zum Auftrieb von Rohrleitungen kommen. Um die geplante und hergestellte Lage der eingebauten Rohrleitungen sicherzustellen, werden Betonreiter zur Auftriebsreduzierung eingesetzt. Durch die raue Betonoberfläche und die dadurch mögliche hohe Punktbelastung

Technik Aufbau Details

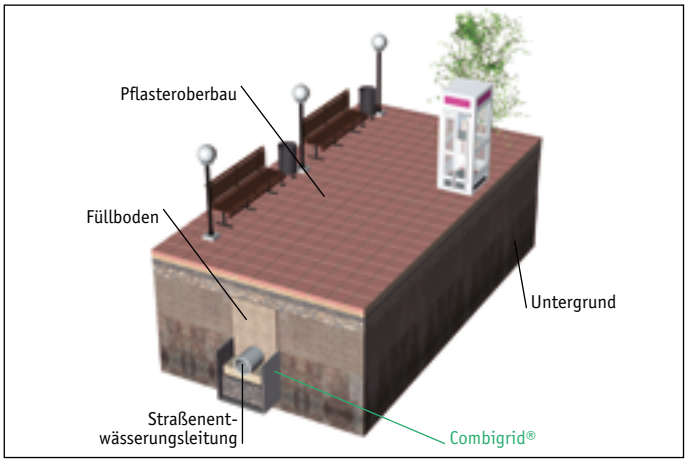


Bild 85 Rohrgrabenbewehrung (seitlich hochgezogen)

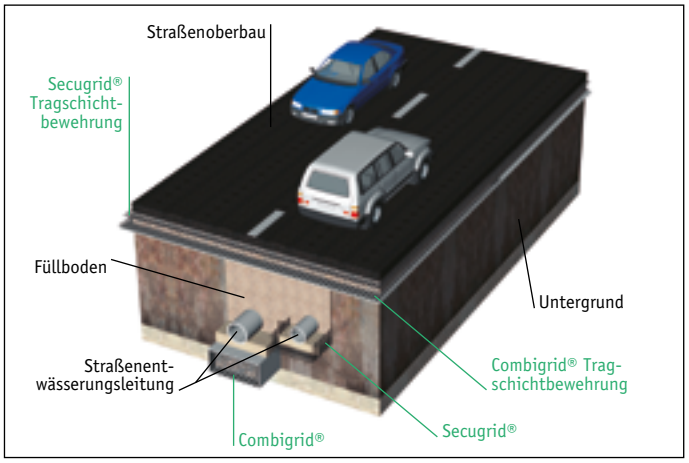


Bild 86 Rohrgrabenbewehrung

sind Schutzmaßnahmen an der Innenseite von Betonreitern notwendig. Mechanisch verfestigte Secutex® Schutzvliesstoffe aus Polypropylen mit einem Flächengewicht von > 1.700 g/m² eignen sich hierzu am besten, da ihre große Restdicke unter Auflast einen langfristigen Schutz der Rohrleitungen sicherstellt. Der verwendete PP-Rohstoff besitzt zudem eine hohe Langzeitbeständigkeit, auch gegenüber dem alkalischen Beton. Die Anbringung der Secutex® Passstücke auf der Innenseite der Betonreiter ist denkbar einfach. Vorgefertigte Passstücke, einschließlich des erforderlichen Überstandes, können werkseitig oder vor Ort konfektioniert und durch Verklebungen mit der Innenseite am Betonreiter befestigt werden.

Bild 83
Betonreiter mit Secutex® Schutzvliesstoff zum Verhindern von Auftrieb

Sohlenbewehrung

Beim Bau von Rohrleitungen auf weichen oder wechselhaften Untergründen, bei denen ein hohes oder unterschiedliches Setzungsverhalten zu erwarten ist, ist der Bau einer stabilen Rohrbettung erforderlich. Dabei ist auf eine gleichmäßige Druckverteilung zu achten. Üblicherweise wird hierzu ein kostenaufwändiger Bodenaustausch (oftmals bis 1 m) durchgeführt oder bewehrte Stahlbeton-Tragplatten, ggf. mit Pfahlgründungen als Rohrauflager, eingesetzt. Durch die Verwendung von geosynthetischen Lösungen mit Combigrid® lassen sich kostengünstigere Bauweisen realisieren. Combigrid® ist ein Produkt aus einem knotenfesten Secugrid® Geogitter und einem mechanisch verfestigten Secutex® Vliesstoff, der mittig in Secugrid® Geogitter integriert und damit fest mit dem Gitter verbunden ist. Secugrid®, ein gelegtes und an den Kreuzungspunkten verschweißtes Geogitter aus hochzugfesten monolithischen, gereckten, extrudierten Flachstäben, vergleichmäßigt durch seine hohe Kraftaufnahme bei niedriger Dehnung Setzungen im Boden. Die Verzahnung des grobkörnigen Tragschichtmaterials mit Secugrid® bewirkt eine optimale horizontale Kraftübernahme. Dadurch wird ein zusätzlicher Bodenaustausch vermieden, so dass der erforderliche E_{V2}-Tragfähigkeitswert kostengünstig und mit wenig Bodenmaterial erreicht werden kann. Je nach Untergrundverhältnissen und Belastungen sind verschiedene Ausführungsvarianten möglich. Dabei kann ein einlagiger oder zweilagiger Aufbau erforderlich sein. Bei besonders hohen Anforderungen an die Setzungsstabilität für die Rohrleitungen oder bei besonders weichen Untergründen ist der U-förmige Einbau von Secugrid® der flächigen Bauweise vorzuziehen. Die senkrechten Secugrid® Lagen verstärken durch die Scheibenwirkung die Tragfähigkeit des Rohrgrabens nochmals erheblich und erzeugen eine Art biegesteifen Schotterbalken. Gleichzeitig wird eine Verbindung zwischen Füllboden und Grabenwand erzeugt, die Setzungen deutlich minimiert.

Die Langzeitwirkung der Tragschicht kann nur sichergestellt werden, wenn Feinanteile aus dem feinkörnigen Untergrund sich nicht mit der grobkörnigen Tragschicht vermischen können. Der aus langzeitbeständigem PP hergestellte Secutex® Vliesstoff stellt dabei diese Filterstabiltät sicher (siehe Kapitel „Filtern mit Geotextilien“) und sollte mindestens die Geotextilrobustheitsklasse 3 besitzen (siehe Kapitel „Trennen mit Geotextilien“).

Bild 84
Secutex® Schutzvliesstoff als Rohrummantelung (Arnstorf)

Fazit

Secutex® Schutzvliesstoffe schützen das Rohrleitungssystem gegen kritische punktuelle und flächenhafte Bodenbelastungen. Secugrid® Geogitter verhindern insbesondere bei weichen Untergründen Setzungen und eine Veränderung der Lage der Leitungen. Secugrid® Geogitter und Combigrid® machen die Verlegung auch auf weichen Untergründen möglich und einen kostenintensiven Bodenaustausch überflüssig.

Technik Aufbau Details

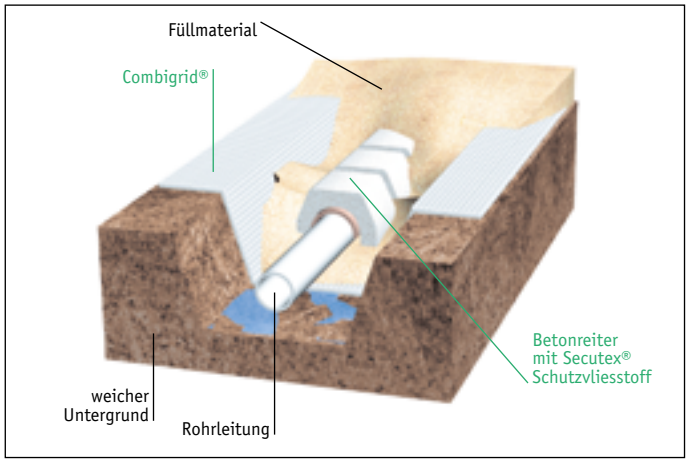


Bild 87 Geokunststoffsystemlösung mit Betonreiter zur Auftriebssicherung von Rohren

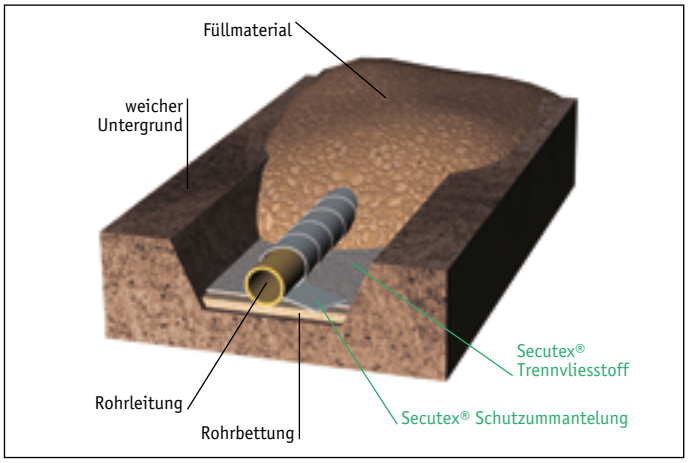


Bild 88 Rohrummantelung

Qualitätssicherung

Durchgängige Produktions- und Produktüberwachung

Sämtliche eingehenden Rohstoffe, Fasern und Produkte, die wir zur Herstellung unserer Geokunststoffe benötigen, werden einer strengen Wareneingangskontrolle unterzogen. Auch die von Lieferanten mitgeschickten Abnahmeprüfzeugnisse werden nach unseren Vorgaben kontrolliert. Erst danach erfolgt die Produktionsfreigabe. Während der Produktion unserer Geokunststoffe werden zusätzliche Qualitätssicherungsmaßnahmen durchgeführt.

Selbstverständlich ist der Bereich Qualitätssicherung aufbau- und ablauforganisatorisch eine von der Produktion unabhängige Abteilung. Nach Durchführung der im Qualitätssicherungsplan definierten Qualitätssicherungsmaßnahmen kann bei Bedarf ein Abnahmeprüfzeugnis nach DIN EN ISO 10204 erstellt werden. Diese Qualitätssicherungsmaßnahmen werden bei allen unseren Produkten unter Berücksichtigung der jeweils aktuell gültigen Normen und Regelwerke durchgeführt. Diese durchgängige Eigenüberwachung gewährleistet die Sicherstellung der Produktmerkmale und ermöglicht zudem eine lückenlose Dokumentation vom Rohstoff bis zum Endprodukt.

Darüber hinaus werden die Naue Geokunststoffe einer Fremdüberwachung unterzogen, die in der Regel zweimal im Jahr durchgeführt wird. Unabhängige Gutachter entnehmen Prüfmuster von den verschiedenen Produktionsanlagen und aus den verschiedenen Produktlagern. Es werden sowohl die Qualitätsmerkmale der Geokunststoffprodukte als auch Produktionsabläufe und Art und Umfang der werkseigenen Produktionskontrolle detailliert überwacht und dokumentiert.

Projektspezifische Qualitätsmerkmale

Zur Ergänzung der durchgeführten Eigenüberwachungen der Rohstoffe, der Vor- und Endprodukte werden in Einzelfällen unabhängige Gutachter herangezogen, um projektspezifische Qualitätsmerkmale zu überprüfen und durch Prüfzeugnisse zu bestätigen.

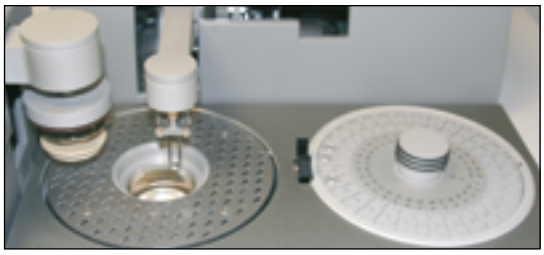
Qualitätsmanagement nach DIN EN ISO 9001 : 2000

Seit Dezember 1994 ist die Naue GmbH & Co. KG nach DIN EN ISO 9001 : 2000 für die Bereiche Entwicklung, Herstellung, Vertrieb und Anwendungstechnik von Geokunststoffen zertifiziert. Diese Zertifizierung wird durch regelmäßige Überwachungsaudits bestätigt. Mit dem integrierten System des Qualitätsmanagements sollen die Anforderungen des Kunden bzw. der Bauaufgabe noch besser erkannt, intern umgesetzt und erfüllt werden. Hierdurch wird ein hoher Qualitätsstandard gewährleistet und angestrebt, das vorhandene Qualitätsniveau unserer Produkte und Dienstleistungen ständig zu verbessern.

CE-Kennzeichnungspflicht

Ab dem 01.10.2002 besteht für einen Großteil von Geokunststoffen die CE-Kennzeichnungspflicht. Mit der CE-Kennzeichnung wird die Übereinstimmung eines Produktes mit den jeweiligen Europäischen (EU) Normen für spezifische Anwendungen und Funktionen (Trennen, Filtern, Bewehren, Schützen und Dränen) bescheinigt. Alle notwendigen Maßnahmen zur Umsetzung der CE-Kennzeichnungspflicht wurden von Naue zum 1. Oktober 2002 umgesetzt.

In 2004 und 2005 sind Anwendungsnormen für Dichtungsbahnen erschienen. Somit ist ab September 2006, bzw. Januar/Februar 2007 eine CE-Kennzeichnungspflicht für die Funktion Dichten nach den entsprechenden Normen verbindlich vorgeschrieben. Dies gilt für alle geosynthetischen Dichtungsbahnen, z. B. Kunststoffdichtungsbahnen und geosynthetische Tondichtungsbahnen. Am 14. Februar 2006 hat die Firma Naue die CE-Kennzeichnung für Bentofix® geosynthetische Tondichtungsbahnen und Carbofol® Kunststoffdichtungsbahnen erhalten.



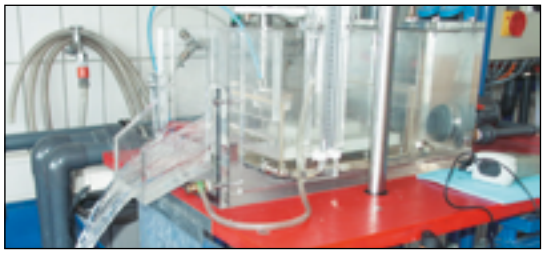
Rohstoffidentifikation nach der DSC-Methode
EN ISO 11357

Bestimmung der Festigkeits- und Dehnungseigenschaften
von Einzelfasern EN ISO 5079

Stempeldurchdrückversuch nach EN ISO 12236

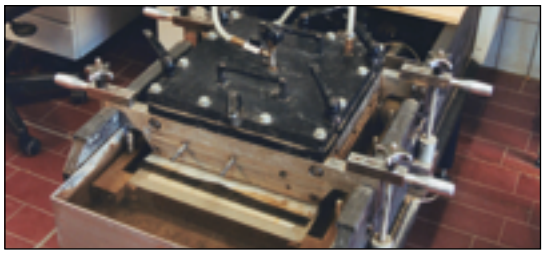
Zugversuch an Secugrid® Geogittern
EN ISO 10319

Zugversuch an Carbofol® Kunststoffdichtungsbahnen
nach EN ISO 527



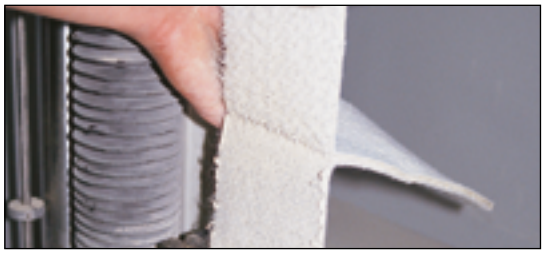
Bestimmung der hydraulischen Eigenschaften
von wasserdurchlässigen Geokunststoffen
EN ISO 12958

Bestimmung der Permittivität von Bentofix® geosynthetischen
Tondichtungsbahnen DIN 18130, bzw. ASTM D 5887



Schergerät zur Bestimmung von Reibungsbeiwerten
EN ISO 12957

Bestimmung des Montmorillonitgehaltes von Bentonit
nach der Methylen-blau-Adsorptions-Methode
VDG P69

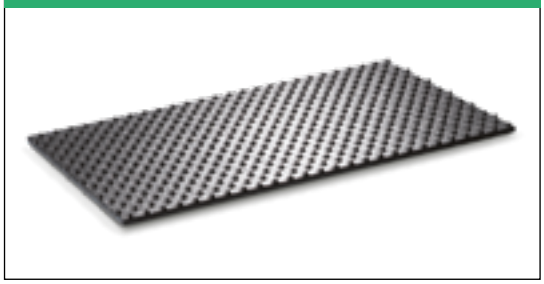


Bestimmung der Verbundfestigkeit von Bentofix®
geosynthetischen Tondichtungsbahnen im Schälversuch
ASTM 6496

Produkte

Unsere innovativen Ideen sind richtungsweisend in der Anwendungsgeschichte von Geokunststoffen. Wir bieten auch problemorientierte, projektbezogene Produktentwicklung und Anwendungstechnik, um die Anforderungen Ihres Projektes zu erfüllen.

Carbofol®



Carbofol® sind Kunststoffdichtungsbahnen, welche meistens aus Polyethylen hoher Dichte (PEHD) bestehen. Sie sind in verschiedenen Dicken und unterschiedlich geprägten Strukturen für Dichtungsaufgaben erhältlich (zahlreiche Carbofol® Typen haben eine BAM bzw. DIBt-Zulassung).

Bentofix®

Bentofix® ist eine vollflächig über alle Komponenten kraftschlüssig vernadelte, schubkraftübertragende geosynthetische Tondichtungsbahn. Sie ist mit natürlichem Natriumbentonit gefüllt und wird zur Dichtung gegen Flüssigkeiten und Gase in verschiedenen Anwendungsgebieten eingesetzt.

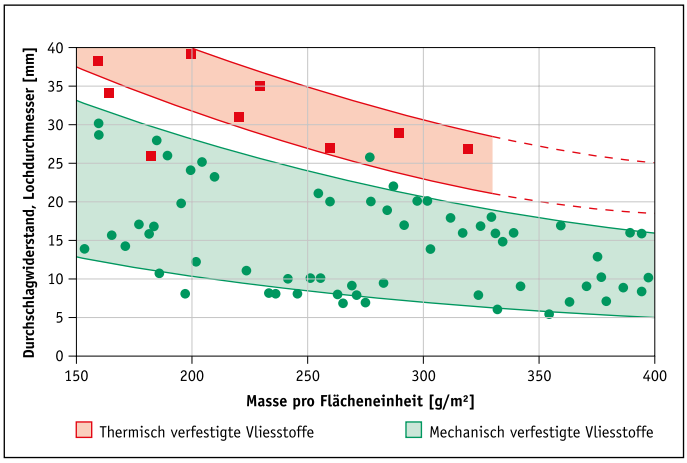
Secutex®

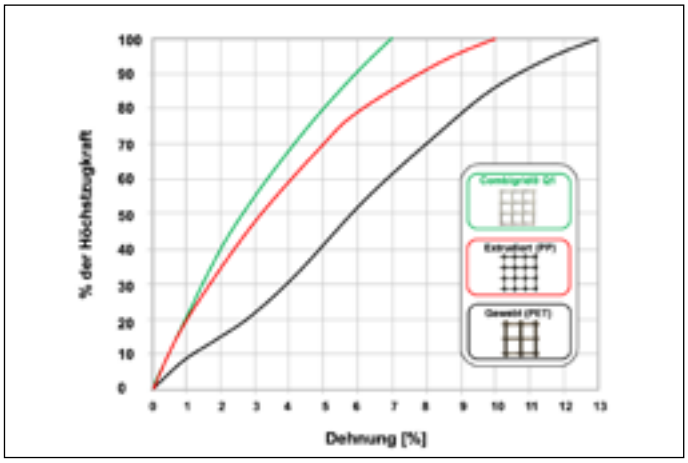
Secutex® ist ein mechanisch verfestigter Spinnfaservliesstoff (einige Typen zusätzlich kalandriert) zum Trennen, Filtern, Schützen und Dränen. Secutex® ist in vielen Bereichen des Ingenieurbaus einsetzbar und findet Verwendung für Grundwasserschutz-, Wasser-, Deponie-, Straßen- und Wegebaumaßnahmen sowie im Tunnelbau.

Secudrain® WD

Secudrain® WD ist ein dreidimensionales wellenförmiges Dränsystem, bestehend aus einer Wirrgelege-Sickerschicht und mindestens einer Filterschicht auf der Oberseite, welche die Sickerschicht vor Einschlämmung schützt. Alle Schichten sind schiebefest miteinander verbunden. Secudrain® leitet Flüssigkeiten und Gase ab.

Daten Zahlen Fakten





Jahrzehntelange Geokunststoff-Erfahrung bei der Entwicklung und Produktion hochwertiger Systemlösungen sprechen für sich.

Secumat®

Secumat® ist eine dreidimensionale Erosionsschutzmatte, die aus UV-stabilisiertem Polymer-Wirrgelege besteht. Secumat® dient dem Oberflächenerosionsschutz, stellt einen schnellen Bewuchs der Böschung sicher und verhindert Erosionserscheinungen bei Starkregenereignissen.

Combigrid®

Combigrid® ist ein Produkt aus einem knotenfesten Secugrid® Geogitter und einem Secutex® Vliesstoff, der mittig in Secugrid® Geogitter integriert und somit fest mit dem Gitter verbunden ist.

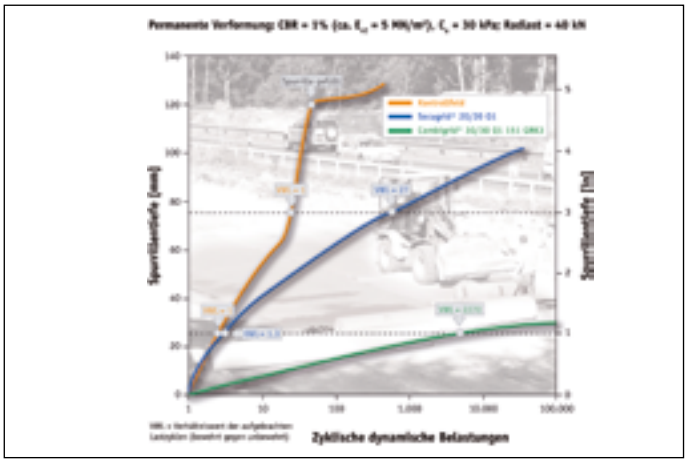
Secugrid® R

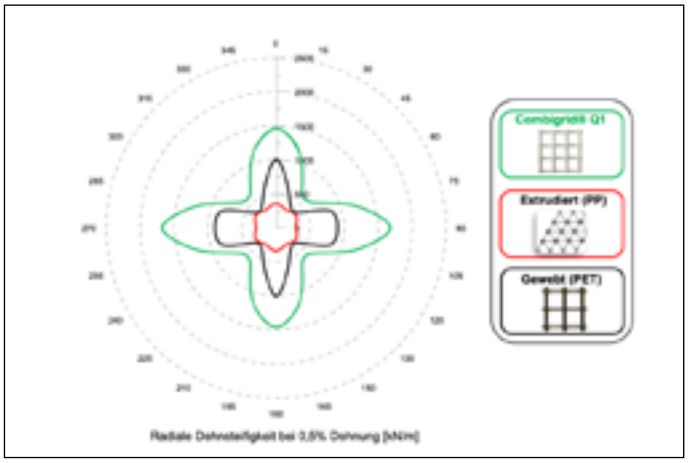
Secugrid® R Geogitter sind Geogitter mit rechteckigen Gitteröffnungen. In der Regel sind die Festigkeiten in Längs- und Querrichtung unterschiedlich. Die jeweils im Produktnamen angegebenen Zahlenwerte, z. B. 200/40 bei Secugrid® 200/40 R6, definieren die Höchstzugfestigkeiten [kN/m] in Längs- und Querrichtung als 95%igen Vertrauenswert. Typische Anwendungsgebiete sind Böschungssicherungen und bewehrte Steilböschungen.

Secugrid® Q

Secugrid® Q Geogitter sind Geogitter mit quadratischen Gitteröffnungen. In der Regel sind die Festigkeiten in Längs- und Querrichtung gleich. Die jeweils im Produktnamen angegebenen Zahlenwerte, z. B. 30/30 bei Secugrid® 30/30 Q1, definieren die Höchstzugfestigkeiten [kN/m] in Längs- und Querrichtung als 95%igen Vertrauenswert. Typisches Anwendungsgebiet ist die Tragschichtbewehrung.

Daten Zahlen Fakten





Naue®, N® (Bildmarke), Bentofix®, Carbofol®, Combigrid®, Secudrain®, Secugrid®, Secumat® und Secutex® sind eingetragene Warenzeichen der Naue GmbH & Co. KG in verschiedenen Ländern. Der Inhalt dieses Flyers bezieht sich auf Naue Produkte und berücksichtigt den Stand der Technik bei Redaktionsschluss. Jegliche Haftung ist ausgeschlossen.
© 2023 Naue GmbH & Co. KG, Espelkamp · Alle Rechte vorbehalten. · Nr. 00128 · Status 19.10.2026

naue.com