GEPRO
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik, Verkehrs- und Tiefbau und Umweltschutz mbH
www.gepro-dresden.de

Überblick Geokunststoffanwendungen im Eisenbahnbau

Dipl.-Ing. (FH) Clemens Haase

EINLEITUNG UND GRUNDLAGEN

Herausforderungen beim Eisenbahnbau
Grundlagen, Produktvielfalt, Funktionen, Technische Eigenschaften

1 REGELUNGEN ZUR ANWENDUNG BEI DEN EISENBAHNEN DES BUNDES
1.1 Technisches Regelwerk
1.2 Übersicht Anwendungsgebiete
1.3 Regelung Produktzulassungen

2 ANWENDUNGSGEBIETE
2.1 Filterelement in Entwässerungsanlagen (AF 3.3)
2.2 Zusatzelement von Schutzschichten (AF 3.4, AF 3.5, AF 3.6)
2.3 Abdichtungselemente in Erdbauwerken (AF 3.11 bis AF 3.13)
2.4 zur Planumsverbesserung unter der Bettung (AF 3.14)
2.5 Bewehrungselement in Erdbauwerken (AF 3.7 bis AF 3.9)
2.6 Dränelement für die Entwässerung von Hinterfüllbereichen (AF 3.10)

LITERATUR

Herausforderungen beim Eisenbahnbau - Defizite des Bodens

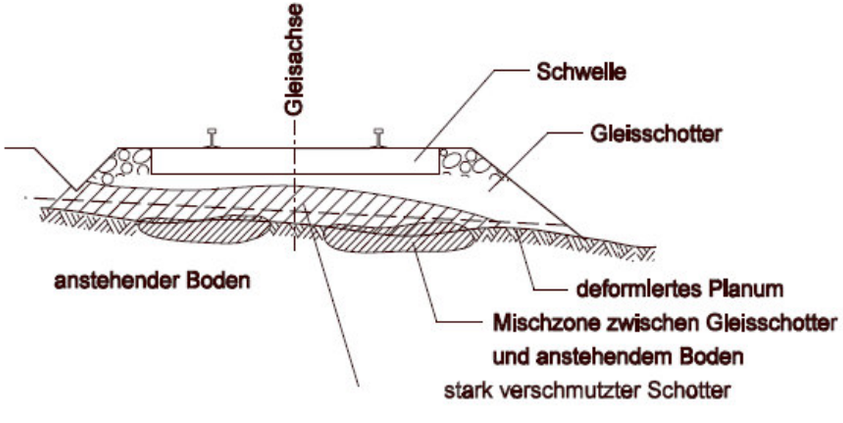
- Trennstabilität - Kornumlagerung infolge statischer oder dynamischer Belastung (mechanisch)

- Filterstabilität - Kornumlagerung infolge Wasserströmung (hydraulisch)

Herausforderungen beim Eisenbahnbau - Defizite des Bodens

- keine Aufnahme von Zugkräften
- begrenzte Scherfestigkeit

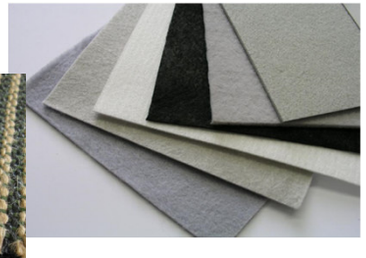
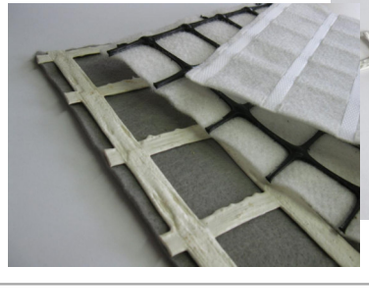
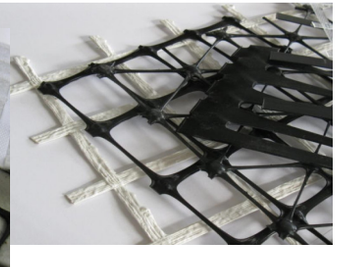
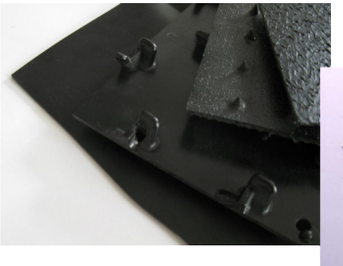
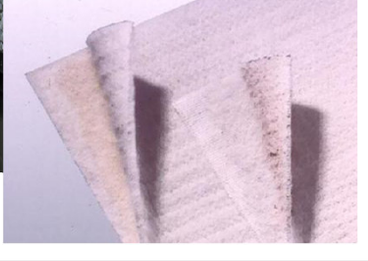
- **Vermischungen, Durchdringungen, Verformungen**



Produktvielfalt

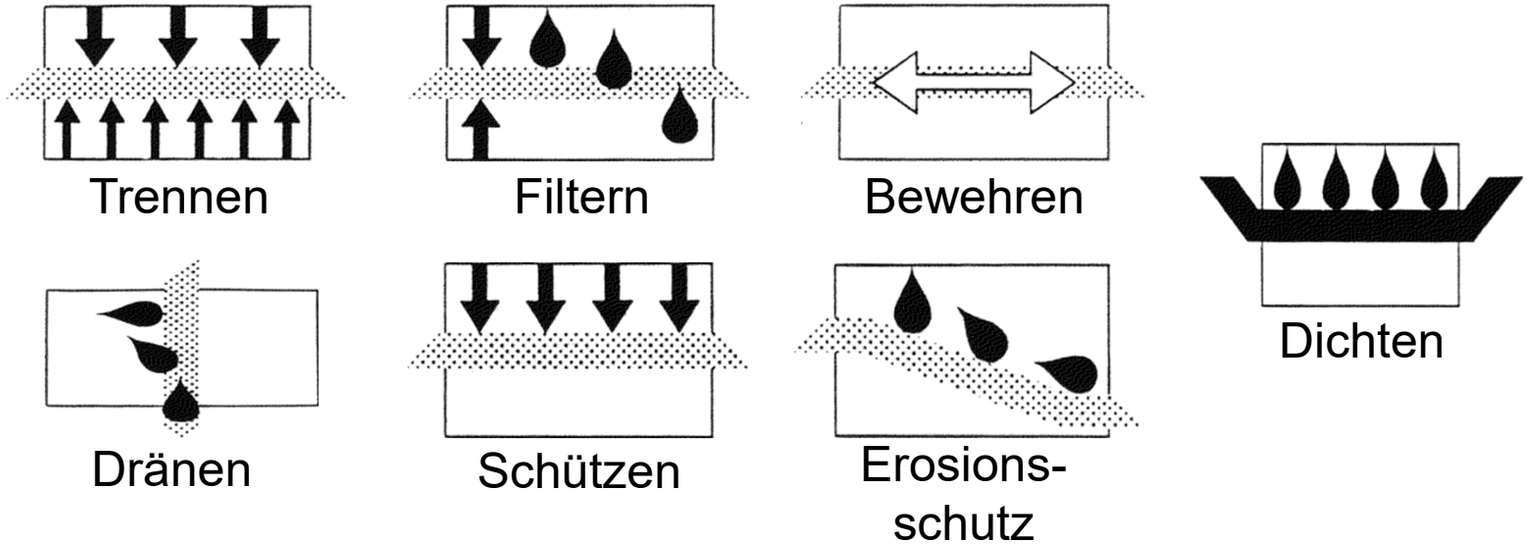
Geokunststoffe (geosynthetics - GSY)

Geotextilien (geotextiles - GTX)	geotextilverwandte Produkte (geotextile-related products - GTP)	geosynthetische Dichtungsbahnen (geosynthetic barriers - GBR)
Geogewebe (GTX-W)	**Geogitter (GGR)**	**Kunststoffdichtungs-bahnen (GBR-P)**
Geovliesstoffe (GTX-N)	Geonetze (GNE)	**Tondichtungsbahnen (GBR-C)**
Geomaschenware (GTX-K)	Geozellen (GCE)	Asphalt-Dichtungsbahnen (GBR-B)
	Geostreifen (GST)	
	Geomatten (GMA)	
	Geospacer (GSP)	
wasserdurchlässig		**wasserundurchlässig**

Funktionen - Technische Eigenschaften

Wesentliche Funktionen von Geokunststoffen:



Funktionen
⇨ Prüfungen:

EINLEITUNG UND GRUNDLAGEN

Herausforderungen beim Eisenbahnbau
Grundlagen, Produktvielfalt, Funktionen, Technische Eigenschaften

1 REGELUNGEN ZUR ANWENDUNG BEI DEN EISENBAHNEN DES BUNDES

1.1 Technisches Regelwerk
1.2 Übersicht Anwendungsgebiete
1.3 Regelung Produktzulassungen

2 ANWENDUNGSGEBIETE

2.1 Filterelement in Entwässerungsanlagen (AF 3.3)
2.2 Zusatzelement von Schutzschichten (AF 3.4, AF 3.5, AF 3.6)
2.3 Abdichtungselemente in Erdbauwerken (AF 3.11 bis AF 3.13)
2.4 zur Planumsverbesserung unter der Bettung (AF 3.14)
2.5 Bewehrungselement in Erdbauwerken (AF 3.7 bis AF 3.9)
2.6 Dränelement für die Entwässerung von Hinterfüllbereichen (AF 3.10)

LITERATUR

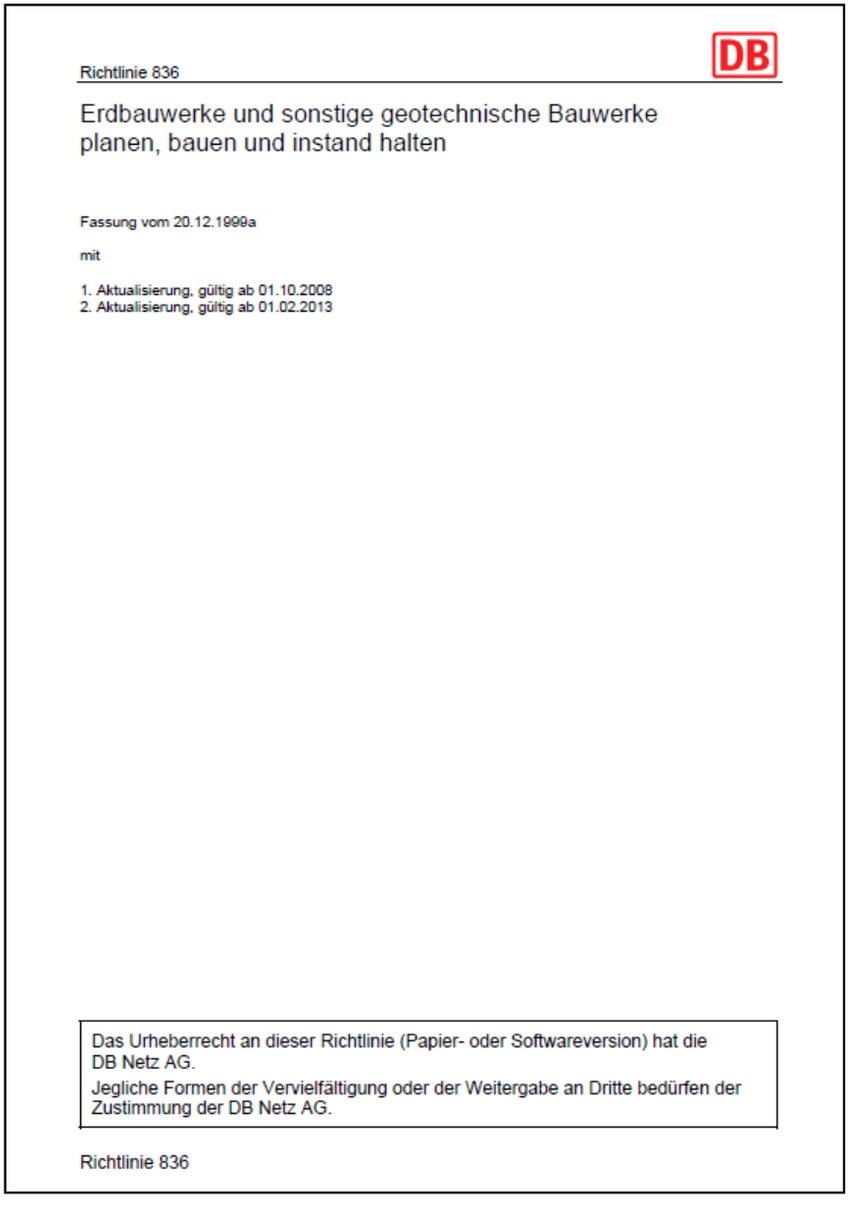
Technisches Regelwerk

- **RIL 836** enthält Planungsgrundsätze, Anwendungsempfehlungen und Einbaubedingungen
- RIL 836 verweist dabei auf die **Prüfungsbedingungen für Geokunststoffe des Eisenbahn-Bundesamtes** und auf das Erfordernis einer Herstellerbezogenen Produktqualifikation (HPQ)
- **TM 4-2014-10592 I.NVT 4** – Umsetzung der Prüfungsbedingungen für Geokunststoffe des EBA vom 01.07.2014 mit zusätzlichen Anforderungen z. B. HPQ

Bezüge der RIL 836 z. T. nicht mehr aktuell

seit 11/2015: DBS 918 039 - Geokunststoffe

Einführung DBS 918 039
mit TM: 4-2015-10838 I.NPF 2



Richtlinie 836

Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten

Fassung vom 20.12.1999a

mit

1. Aktualisierung, gültig ab 01.10.2008
2. Aktualisierung, gültig ab 01.02.2013

Das Urheberrecht an dieser Richtlinie (Papier- oder Softwareversion) hat die DB Netz AG.
Jegliche Formen der Vervielfältigung oder der Weitergabe an Dritte bedürfen der Zustimmung der DB Netz AG.

Richtlinie 836

Technisches Regelwerk

- seit 11/2015: DBS 918 039 entsprechend TM: 4-2015-10838 I.NPF 2

DB Standard — Oktober

DB

Technische Lieferbedingungen

Geokunststoffe für den Eisenbahnbau

DBS 918 03

Inhaltsübersicht — Seite

0 Inhaltsverzeichnis 2
1 Allgemeines 3
2 Rohstoffe 7
3 Anwendungsfälle 8
4 Qualitätssicherung 33

34 Seiten und 1 Anlage

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung durch Deutsche Bahn AG.

Fachlich zuständige Stelle: DB Netz AG, I.NPF 22(F), Mainzer Landstraße 181, 60327 Frankfurt/M

Geschäftsführung: DB Netz AG, I.NPF 22(F), Mainzer Landstraße 181, 60327 Frankfurt/M

Eisenbahn-Bundesamt

Eisenbahnspezifische

Liste

Technischer

Baubestimmungen

Bei der Anwendung der technischen Regel ist folgendes zu beachten:

- Für den Einsatz von Geokunststoffen im Geltungsbereich der Ril 836 ist die DBS 918039 "Technische Lieferbedingungen, Geokunststoffe für den Eisenbahnbau" in ihrer aktuellen Fassung zu berücksichtigen. Die „Prüfungsbedingungen für Geokunststoffe des Eisenbahn-Bundesamtes“ sind nicht mehr anzuwenden.

Referat 21
Heinemannstraße 6
53175 Bonn

Fassung: 01/ 2016
Gültig ab: 18.01.2016

NETZE

DB Netz AG
ZENTRALE

Freigabe (Serien- / Anwenderfreigabe)

- Als Handlungsanweisung gemäß Rahmenrichtlinie 138.0202 -

TM: 4-2015-10838 I.NPF 2

lich zugehörige Ril:	836
tz für TM:	4-2014-10592

Titel / Handlungsbedarf:

015-10838 I.NPF 2 zu Ril 836: Einführung des DBS 918039 kunststoffe

ftsetzung am :	10.11.2015		
etzungsfrist bis :			
meldung bis :		An:	

TM umfasst die Seiten 1 bis 3 (ohne Anlagen).

zeichnung:	Fachlinie:		
	LST	☐	
	Tk	☐	
	EA	☐	
	Oberbau	☒	
	KIB	☒	
	Betrieb	☐	
	Sonstige	☐	

.11.2015 gez. Stefanie Doffing, I.NPF 22 # 29.10.2015

2015-10838 I.NPF 2 Seite 1 von 3 12.11.2015

Technisches Regelwerk

- seit 01/2017: EiTB ⇨ DBS 918 039 (entsprechend TM: 4-2015-10838 I.NPF 2)

Eisenbahn-Bundesamt

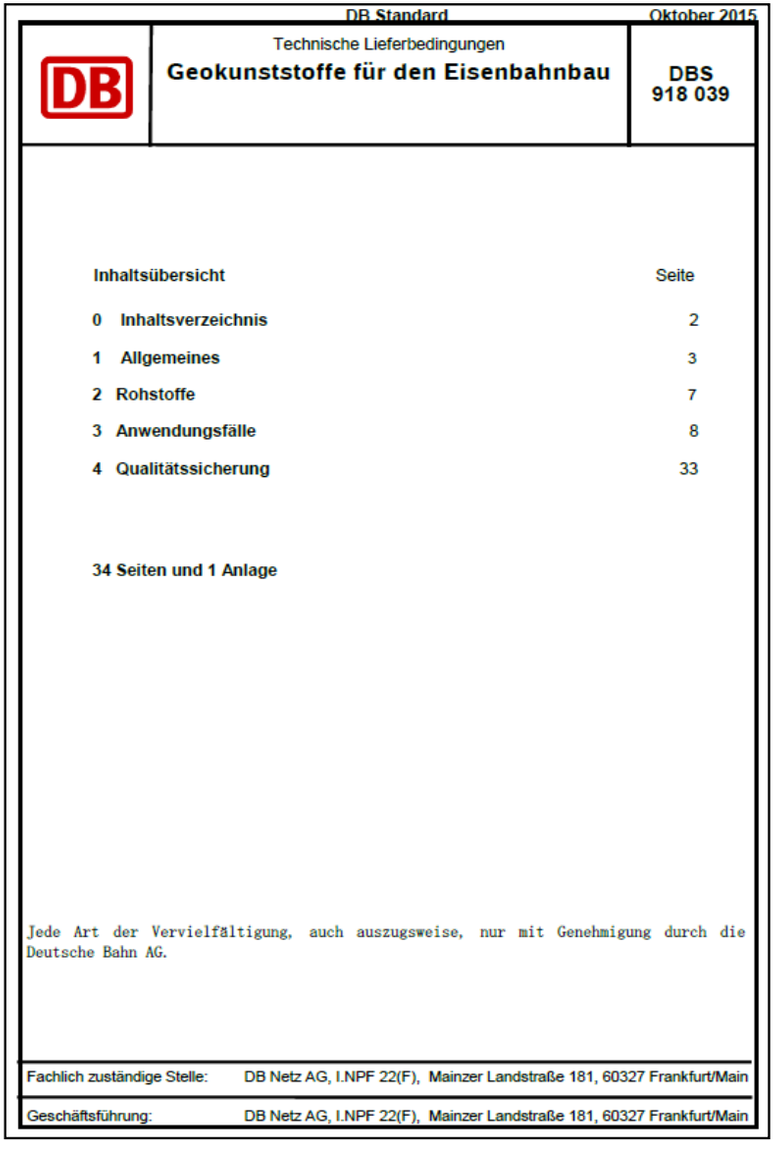
Eisenbahnspezifische Technische Baubestimmungen

(EiTB)

Eisenbahn-Bundesamt
Referat 21
Heinemannstraße 6
53175 Bonn

Ausgabe: 2022/1
Gültig ab: 01.01.2022

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 241 vom 17.9.2015, S. 1)



DB Standard Oktober 2015

Technische Lieferbedingungen

Geokunststoffe für den Eisenbahnbau

DBS 918 039

Inhaltsübersicht Seite

0 Inhaltsverzeichnis 2
1 Allgemeines 3
2 Rohstoffe 7
3 Anwendungsfälle 8
4 Qualitätssicherung 33

34 Seiten und 1 Anlage

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung durch die Deutsche Bahn AG.

Fachlich zuständige Stelle: DB Netz AG, I.NPF 22(F), Mainzer Landstraße 181, 60327 Frankfurt/Main

Geschäftsführung: DB Netz AG, I.NPF 22(F), Mainzer Landstraße 181, 60327 Frankfurt/Main

Übersicht Anwendungsfälle gemäß DBS 918 039, Zulassungen - HPQ und Bauweise

Nr.	Anwendungsfall (AF)	Zulassung Bauprodukt	Bauweise
3.3	**Filterelement in Entwässerungsanlagen** des Bahnkörpers	HPQ gemäß TM 2014-10592 I.NVT4 der DB Netz AG für jeweiligen AF (Übereinstimmung mit DBS 918 039)	Regelbauweisen nach Ril 836
3.4	**Trenn- und Filterelement unter Tragschichten**		
3.5	**Bewehrungselement mit zusätzlicher Trenn- und Filterwirkung** (ohne rechnerischen Ansatz)		
3.6	**Bewehrungselement in Tragschichten** (ohne rechnerischen Ansatz)		
3.7	**Isotropes Bewehrungselement in Erdbauwerken** (mit rechnerischem Ansatz)		UiG und ZiE gemäß Ril 836.4202
3.8	**Anisotropes Bewehrungselement in Erdbauwerken** (mit rechnerischem Ansatz)		
3.9	**Extrem anisotropes Bewehrungselement in Erdbauwerken** (mit rechnerischem Ansatz)		Regelbauweisen gemäß Ril 836.4107
3.10	**Dränelement** mit hoher Alkalibeständigkeit für die Entwässerung von Hinterfüllbereichen		
3.11	**Abdichtungselement** in Erdbauwerken (Tondichtungsbahn)		
3.12	**Abdichtungselement** in Erdbauwerken (Kunststoffdichtungsbahn)		
3.13	**Schutzelement für Tondichtungs- und Kunststoffdichtungsbahnen** in Erdbauwerken		
3.14	**Vliesstoffe zur Planumsverbesserung** zum Einsatz im Bestandsnetz (Einbau direkt unter Schotter)		Regelbauweise gemäß Ril 836.4105A03

Regelung Produktzulassungen

- Liste der Geokunststoffe für den Eisenbahnbau nach dem DBS 918039 mit Herstellerbezogener Produktqualifikation (HPQ) – aktuelle Ausgabe März 2022

  aktuell unter http://mediendienste.extranet.deutschebahn.com

DB NETZE

Liste der Geokunststoffe für den Eisenbahnbau nach dem DBS 918039 mit Herstellerbezogener Produktqualifizierung (HPQ)

zum Einsatz bei der DB Netz AG

Fachliche Zuständigkeit:
I.NAI 431, Hans-Joachim Kaindl, Tel. 069 / 269-45221
hans-joachim.kaindl@deutschebahn.com

Diese Liste ist im Internet auffindbar unter
Suchbegriff: db mediendienste portal - logistikcenter
Pfad → Technische Mitteilungen Fahrweg → Brücken, Tunnel, Erdbauwerde → Konstr. Ingenieurbau TM zum Erdbau

Umfang: Titelblatt, Seite 1 bis Seite 15, insgesamt 16 Seiten

3.5 Bewehrungselement mit zusätzlicher Trenn- und Filterwirkung (ohne rechnerischen Ansatz)

Firma	Produktbezeichnung/ Herstellername	HPQ gültig bis Datum	Bemerkungen/ Einschränkungen
HUESKER Synthetic GmbH	Basetrac® Duo PET 50 B15	01.06.2024	
HUESKER Synthetic GmbH	Basetrac® Duo PET 75 B15	01.06.2024	
HUESKER Synthetic GmbH	Basetrac® Duo-C PET 40 B15	01.06.2024	
NAUE GmbH & Co. KG	Combigrid® 40/40 Q1 GRK 4 DB	01.10.2024	
NAUE GmbH & Co. KG	Combigrid® 60/60 Q1 GRK 4 DB	01.10.2024	
TenCate Geosynthetic Austria Ges.m.b.H.	TenCate® Rock PEC 40/40 ND	05.08.2024	

Regelung Produktzulassungen

Prüfungen und Anforderungen (Beispiel AF 3.4)

- **Anforderungen:**
  - mechanische Festigkeit
  - Dicke / Robustheit (u. a. für Einbau)
  - anwendungsbezogene Öffnungsweite
  - alterungsbeständig
- **Produkte**
  - Vliesstoffe
- **Prüfungen** für Anwendungsfall AF 3.4 des DBS 918 039

Nr.	Prüfung	Regelwerk	Einheit	Anforderung	EP	Aktualität EP	EÜ	FÜ	Anmerkung
1	Höchstzugfestigkeit in MD und CMD	DIN EN ISO 10319	kN/m	≥ 10	X	≤ 1 Jahr	≤ 20.000 m²	-	
2	Dehnung bei Höchstzugkraft in MD und CMD	DIN EN ISO 10319	%	≥ 20	X	≤ 1 Jahr	≤ 20.000 m²	-	
3	Charakteristische Öffnungsweite O_{90}	DIN EN ISO 12956	µm	$80 \leq O_{90} \leq 160$	X	≤ 1 Jahr	≤ 100.000 m²	X	Für filtertechnisch einfache Fälle im Sinne des M Geok E-StB, Messwert der EP gilt als Referenzwert für die Filterbemessung nach RiL 836
4	Dicke bei 2 kPa Auflast	DIN EN ISO 9863-1	mm	$d \geq 15 \times O_{90}$	X	≤ 1 Jahr	≤ 100.000 m²	X	Für filtertechnisch einfache Fälle, Filterwirksamkeit nach Ril 836.4602A06 (4) (Umrechnung µm in mm beachten!)
5	Wasserdurchlässigkeit k_v bei 20 kPa Auflast	DIN 60500 Teil 4	m/s	$\geq 1*10^{-3}$	X	≤ 1 Jahr	-	X	
6	Wasserdurchlässigkeit normal zur Ebene	DIN EN ISO 11058	%	≤ 10	X	≤ 1 Jahr	≤ 100.000 m²	X	Abweichung des Geschwindigkeits-indexes vom Referenzwert der EP
7	Dauerhaftigkeit	Anhang B DIN EN 13249 ff	%	≥ 50	X	≤ 1 Jahr	-	-	Anforderung an Restfestigkeit für Nutzungsdauer ≥ 50 Jahre
8	Witterungsbeständigkeit	DIN EN 12224	%	≥ 60	X	≤ 1 Jahr	-	-	Anforderung an Restfestigkeit für ≥ 1 Woche Freiliegedauer
9	Geotextilrobustheitsklasse	M Geok E	GRK	4	X	≤ 1 Jahr	≤ 20.000 m²	X	
10	Umweltunbedenklichkeit	M Geok E	-	Bescheinigung	X	≤ 1 Jahr	-	-	Deklaration eines unabhängigen, akkreditierten und vom jeweiligen Bundesland anerkannten Instituts

EINLEITUNG UND GRUNDLAGEN

Herausforderungen beim Eisenbahnbau
Grundlagen, Produktvielfalt, Funktionen, Technische Eigenschaften

1 REGELUNGEN ZUR ANWENDUNG BEI DEN EISENBAHNEN DES BUNDES

1.1 Technisches Regelwerk
1.2 Übersicht Anwendungsgebiete
1.3 Regelung Produktzulassungen

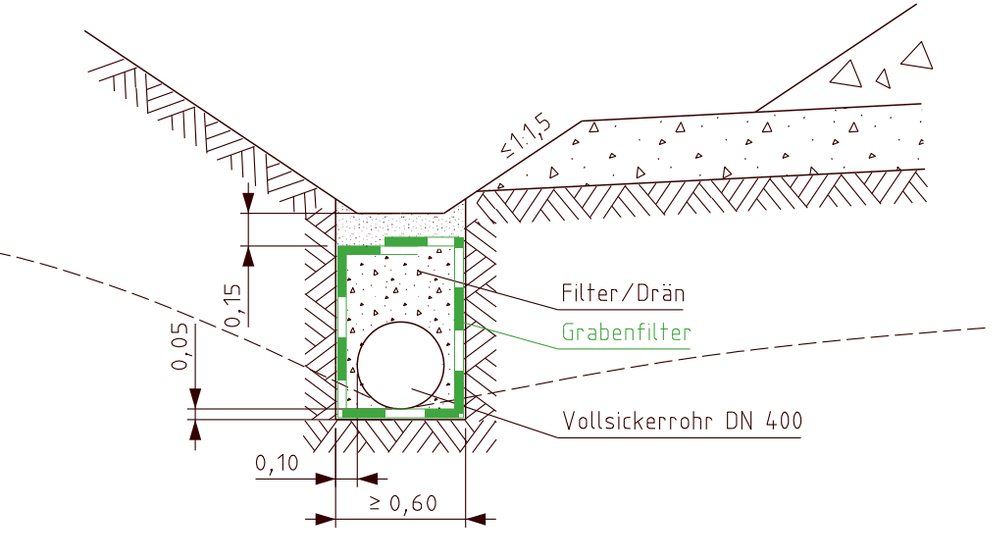
2 ANWENDUNGSGEBIETE

2.1 Filterelement in Entwässerungsanlagen (AF 3.3)
2.2 Zusatzelement von Schutzschichten (AF 3.4, AF 3.5, AF 3.6)
2.3 Abdichtungselemente in Erdbauwerken (AF 3.11 bis AF 3.13)
2.4 zur Planumsverbesserung unter der Bettung (AF 3.14)
2.5 Bewehrungselement in Erdbauwerken (AF 3.7 bis AF 3.9)
2.6 Dränelement für die Entwässerung von Hinterfüllbereichen (AF 3.10)

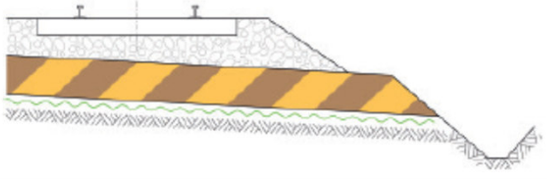
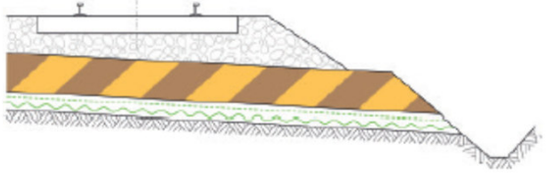
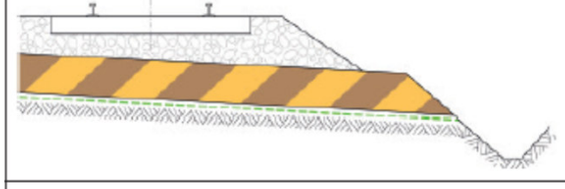
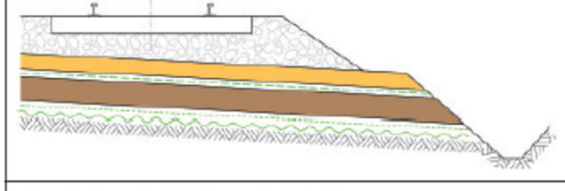
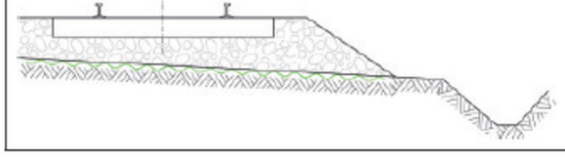
LITERATUR

… als Filterelement in Entwässerungsanlagen (Graben- und Rohrfilter)

- gute Erfahrungen + vielfältige Einsatzmöglichkeiten:
  - Rohrgräben / Tiefenentwässerungen
  - Versickerschlitze und -schächte
  - rohrlose Entwässerungsgräben
- großer Nutzen
- einfache Anwendung und Filterbemessung
  - Öffnungsweite: 0,08 mm ≤ $O_{90,w}$ ≤ 0,16 mm
  - Dicke: $D \geq 10 \times O_{90,w}$



… als Zusatzelement von Schutzschichten zum Bewehren, Trennen und Filtern

Systemskizze	Anwendungsfall und Funktionen
a) mit einer Lage Geovliesstoff 	**Anwendungsfall 3.4 – Trenn- und Filterelement unter Tragschichten** – Trennen – Filtern – Dränen
b) mit einer Lage Verbundstoff 	**Anwendungsfall 3.5 – Bewehrungselement mit zusätzlicher Trenn- und Filterwirkung unter Tragschichten (ohne rechnerischen Ansatz)** Bewehrungskomponente – Bewehren – Stabilisieren Geovliesstoffkomponente – Trennen – Filtern – Dränen
c) mit einer Lage Geogitter 	**Anwendungsfall 3.6 – Bewehrungselement in Tragschichten (ohne rechnerischen Ansatz)** – Bewehren – Stabilisieren
d) mit mehreren Geokunststofflagen 	**Anwendungsfälle 3.5 und 3.6** Bewehrungskomponente – Bewehren – Stabilisieren Geovliesstoffkomponente – Trennen – Filtern – Dränen
e) mit einer Lage Geovliesstoff 	**Anwendungsfall 3.14 – Geovliesstoff zur Planumsverbesserung** – Trennen – Filtern – Dränen

Quelle:

Weisemann/Vollmert (2016): Weisemann, U., Vollmert, L.: Wirkung von geogitterbewehrten Schutzschichten. EIK – Eisenbahn Ingenieur Kompendium 2017, 2016

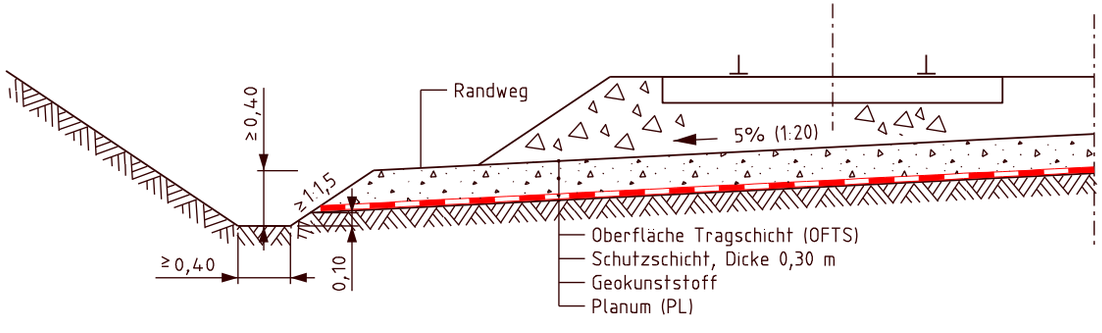
… als Trenn- und Filterelement unter Tragschichten (AF 3.4)

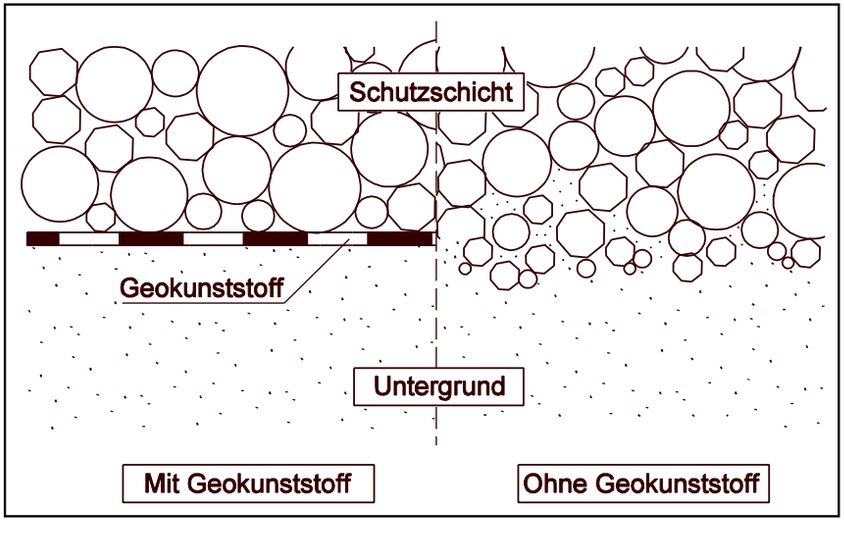
Grundsätze:

- Zusatzelement nach RIL 836 ohne Reduzierung der Schutzschichtdicke
- unzureichende Trenn- und Filterstabilität zwischen anstehendem Boden und Schutzschicht
  Nachweis der Filterstabilität:
  - wirksame Öffnungsweite:

    $0{,}06\ \text{mm} \leq O_{90,w} \leq 0{,}20\ \text{mm}$
  - Dicke:

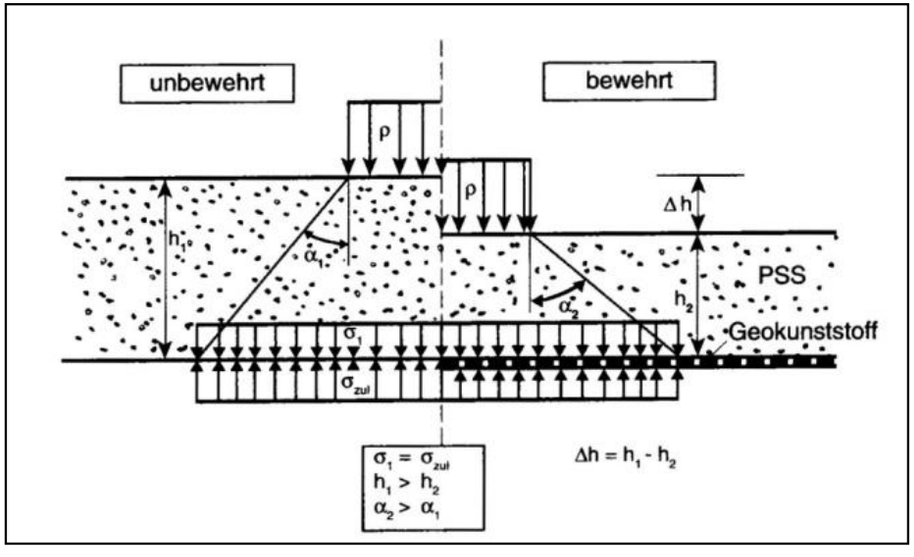
    $d \geq 15 \cdot O_{90,w}\ \ (d \geq 1{,}5\ \text{mm})$



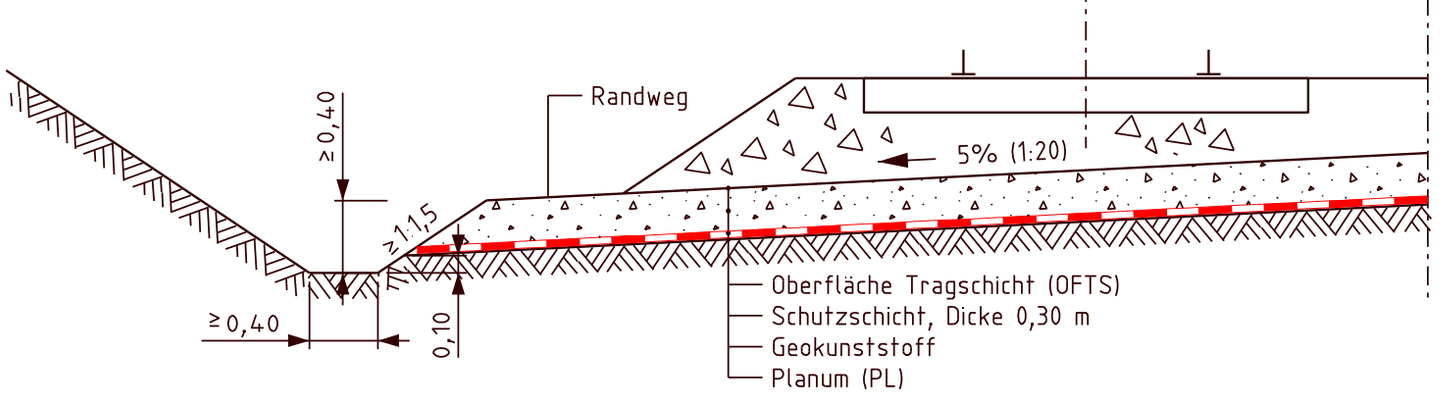


… als Bewehrungselement mit zusätzlicher Trenn- und Filterwirkung ohne rechnerischen Ansatz - (AF 3.5)

- gemäß RIL 836.4101 - Kapitel 4 (7)
- Einbau auf dem Planum PL
- bauliche Durchbildung entsprechend AF 3.4
- bei unzureichender Filterstabilität zwischen Untergrund/Unterbau und Schutzschicht sowie gleichzeitig Untergrund/-bau mit geringen Verformungsmoduln (stark durchfeuchtet)
- vorzugsweise Geoverbundstoffe aus Vliesstoff und Geogitter (geogitterartige Struktur vorteilhaft)

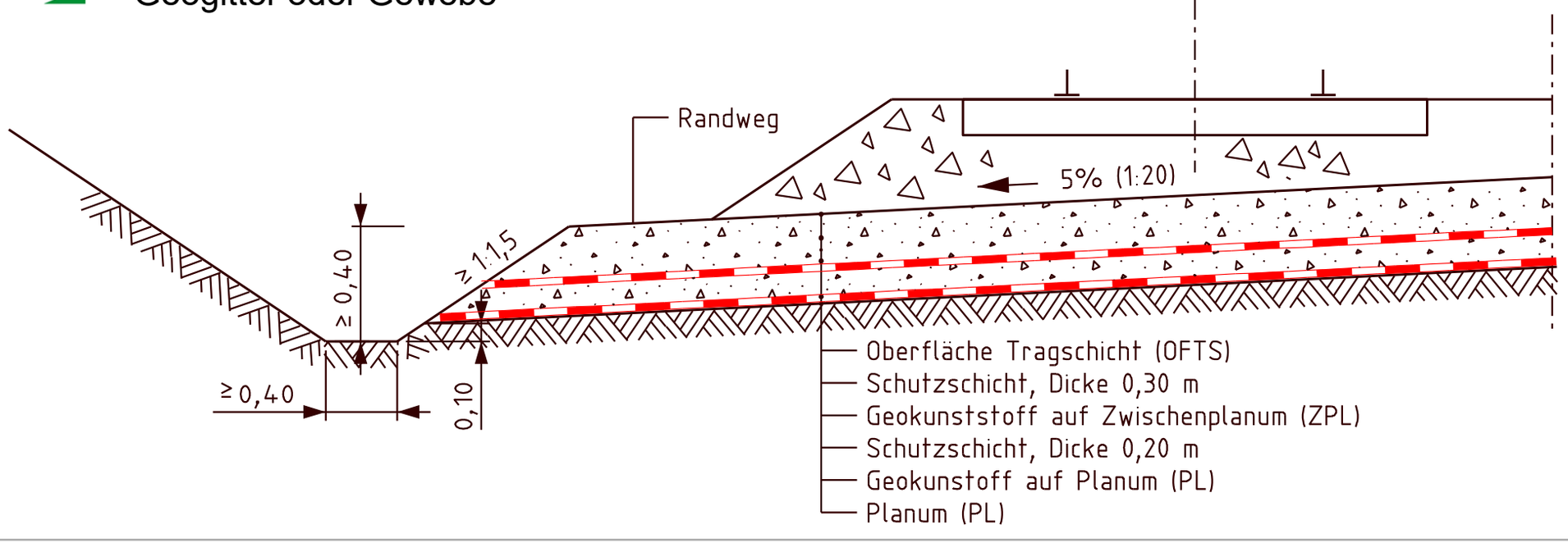


- Reduzierung Schutzschichtdicke um 25 % bei Einbau von Geogittern oder Geoverbundstoffen wenn:
  - Ausgangsverformungsmodul zwischen E_H = 10 MN/m² und E_H = 30 MN/m² <u>und</u>
  - verbleibende Tragschichtdicke mindestens 25 cm bei v > 120 km/h oder mindestens 20 cm bei v ≤ 120 km/h

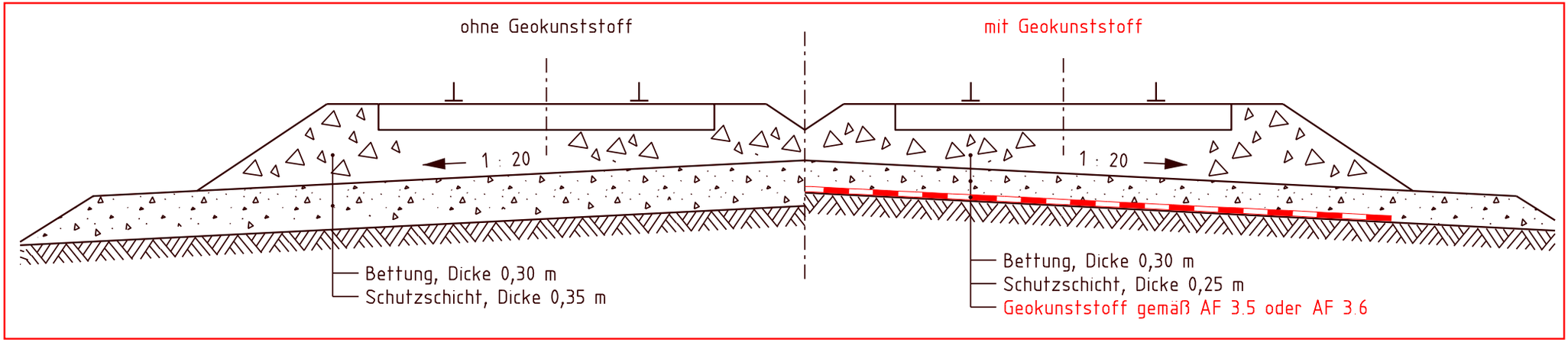


… als Bewehrungselement in Tragschichten ohne rechnerischen Ansatz (AF 3.6)

- gemäß RIL 836.4101 - Kapitel 4, (7)
- Einbau auf dem Planum PL oder auf einem Zwischenplanum ZPL in der Schutzschicht
- bauliche Durchbildung sinngemäß nach AF 3.4
- bei Untergrund/-bau mit unzureichenden oder stark inhomogenen Verformungsmoduln
- als geogitterbewehrtes Tragschichtsystem zur Verbesserung der Lastverteilung über tiefreichenden Bodenverbesserungen - konstruktiv
  (nicht bei rechnerischem Ansatz bei Tiefgründungen)
- ~~Reduzierung der Schutzschichtdicke um 25 % entsprechend den Bedingungen für AF 3.5~~
  gemäß Kapitel 4.3
- Geogitter oder Gewebe



erhebliches Einsparpotential

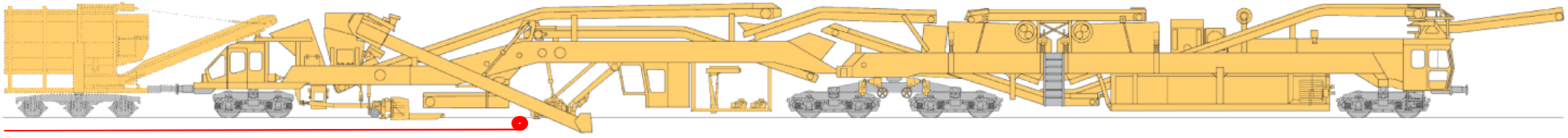


Einsparpotential für die Anwendungsfälle 3.5 und 3.6:

von bis zu 30 % … weniger Schutzschichtmaterial
… weniger Aushub und damit Entsorgung / Verwertung
… geringere Aufwand für Baustellenlogistik
… geringere Bauzeit
… geringere Umweltbeeinträchtigungen

konventioneller gleisfreier Einbau eines Geoverbundstoffes auf dem Planum

gleisgebundener Einbau eines Geoverbundstoffes auf dem Planum



Quelle: URL: www.deutsche-plasser.de

als Abdichtungselement in Erdbauwerken (AF 3.11 und AF 3.12)

- Geotextile Tondichtungsbahn GTD (AF 3.11) oder Kunststoffdichtungsbahn KDB (AF 3.12)
- **keine UiG und ZiE mehr erforderlich**
- RIL 836.0509 - Abs. 3 (2) ⇨ **aktualisiertes Modul 4107 seit 09/2021**
- <u>Kunststoffdichtungsbahn KDB</u>
  - Mindestüberdeckung 20 cm Schutzschicht KG 1 / KG 2 bzw. nach Bemessung
  - mit Schutzvliesstoff (AF 3.13) ober- und unterhalb
  - unterhalb KDB alternativ mind. 10 cm Sand- oder Kiessandschicht (anrechenbar auf frostsichere Dicke)
  - Aneinanderfügen mehrerer Bahnen durch Verschweißung mit Doppelnaht und Dichtigkeitsprüfung
  - Anschlüsse an Einbauten meist aufwendig

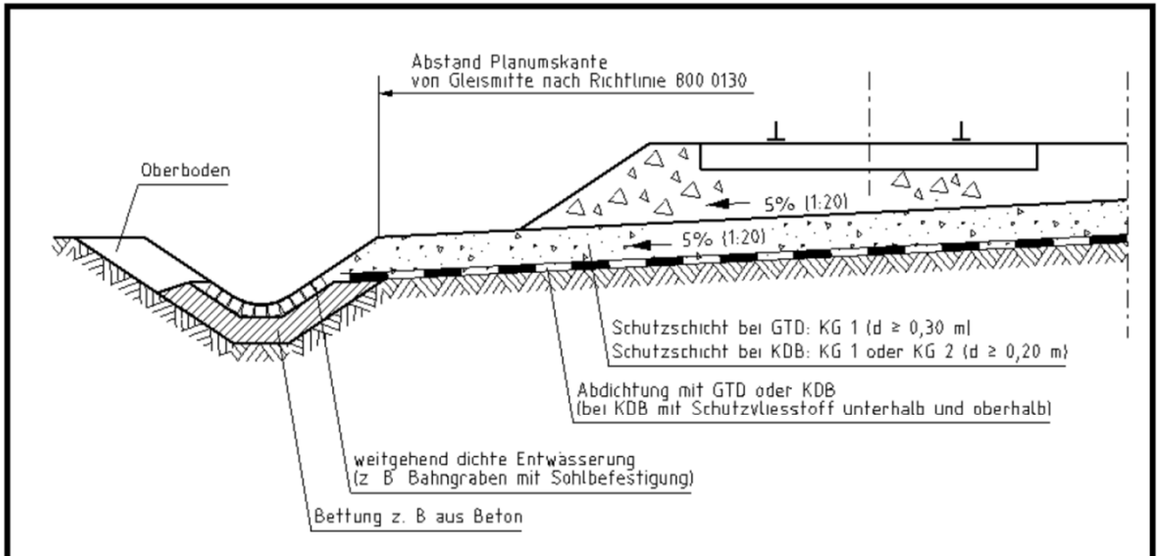


Bild 3: Beispiel für Stufe 3a - Abdichtung mit GTD / KDB und Bahngraben mit Sohlbefestigung als weitgehend dichte Entwässerungsanlage (für GTD nur bis zul. V 160 km/h)

Geotextile Tondichtungsbahn GTD

- Mindestüberdeckung 0,30 m Schutzschicht KG 1 bzw. nach Bemessung
- bei v_{zul} > 160 km/h mindestens 1,30 m Überdeckung unter SchwOK ⇨ 0,80 cm Schutzschicht
- Anwendung bei v_{zul} > 230 km/h nicht zulässig
- keine zusätzlichen Schutzvliesstoffe erforderlich
- unterhalb GTD erforderlichenfalls Sand- oder Kiessandschicht aus Rundkorn mit Größtkorn ≤ 32 mm (anrechenbar auf frostsichere Dicke)
- Verlegeanweisungen beachten
- Aneinanderfügen mehrerer Bahnen mittels Überlappung und Aufstreuen von Bentonit-Pulver
- Anschlüsse an Einbauten zumeist deutlich weniger aufwendig als bei KDB

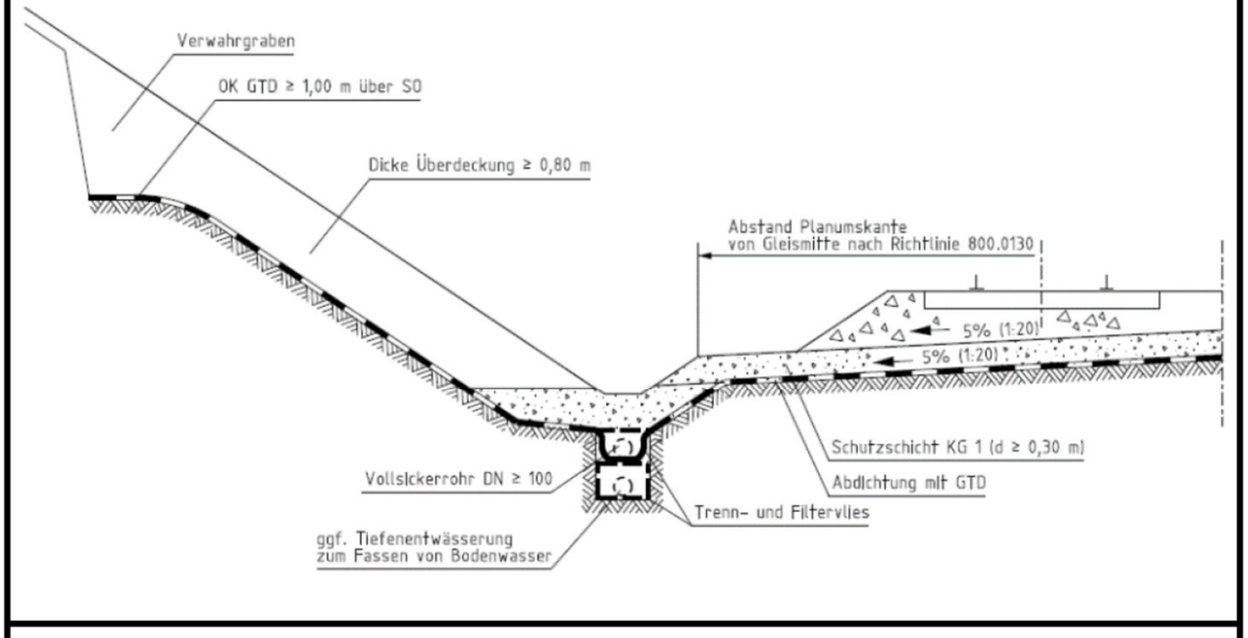


Bild 8: Beispiel für Stufe 3b - Abdichtung mit GTD in Einschnittslage mit dichter Entwässerungsanlage (bis zul. V 160 km/h)

Einbau Geotextile Tondichtungsbahn

… als Schutzelement für Kunststoffdichtungsbahnen (AF 3.13)

- gemäß RIL 836.4103 - Abs. 7 (1)
- Schutzvliesstoff unter- und oberhalb der Kunststoffdichtungsbahn (KDB)

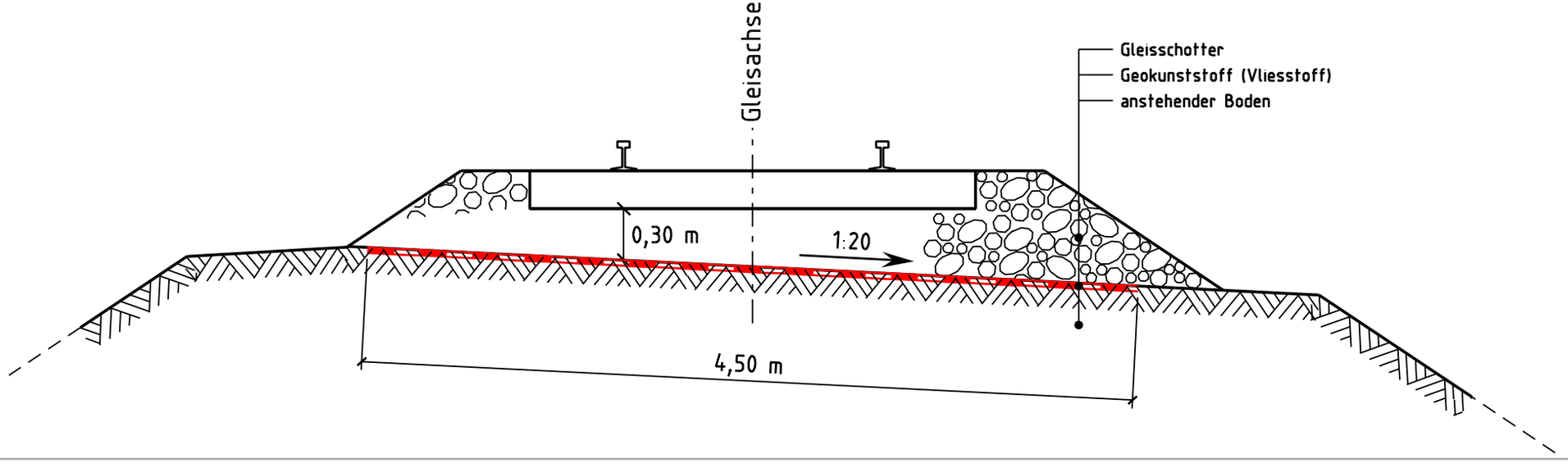
… als Vliesstoff zur Planumsverbesserung (AF 3.14)

Grundsätze:

- nach RIL 836.4105A03
  als Alternative zum Einbau von
  mineralischen Schutzschichten
  in Bestandsstrecken
- teilwertiger Ersatz einer Schutzschicht
- vorzugsweise bei gering belasteten
  Strecken mit geringer Geschwindigkeit
- bei ausreichend günstigen geotechnischen
  und hydrologischen Randbedingungen

Charakteristik	**Regelanwendung** **ohne Einschränkungen / Genehmigungen**	eingeschränkte Anwendung unter Inkaufnahme eines ggf. erhöhten Instandhaltungsaufwandes
Geschwindigkeit	**≤ 120 km/h** [1)]	≤ 160 km/h [1)]
Gleisbelastung	**≤ 20.000 Lt/d**	≤ 30.000 Lt/d
Betriebsprogramm (Achslast)	**überwiegend Personenverkehr mit geringen Achslasten (≤ 18,0 t)**	≤ 22,5 t
Geschwindigkeits-anhebung	**keine Einschränkung (v_e ≤ 100 km/h** [1)]**)** **Δv ≤ 20 km/h (v_e > 100 km/h** [1)]**)**	Δv ≤ 40 km/h (v_e ≤ 120 km/h [1)]) Δv ≤ 20 km/h (v_e > 120 km/h [1)])

1) Angaben beziehen sich auf die geplante Entwurfsgeschwindigkeit v_e.



Wirkungsweise der Geokunststoffe und Anwendungsgrenzen

Funktionen von Schutzschichten:

- Tragschicht - lastverteilende Wirkung
- Frostschutzschicht - größere frostsichere Dicke
- Filter + Trennschicht - Vermischung verhindern
- Abdeckung - vor Niederschlagswasser schützen

Wirkung von Vliesstoffen:

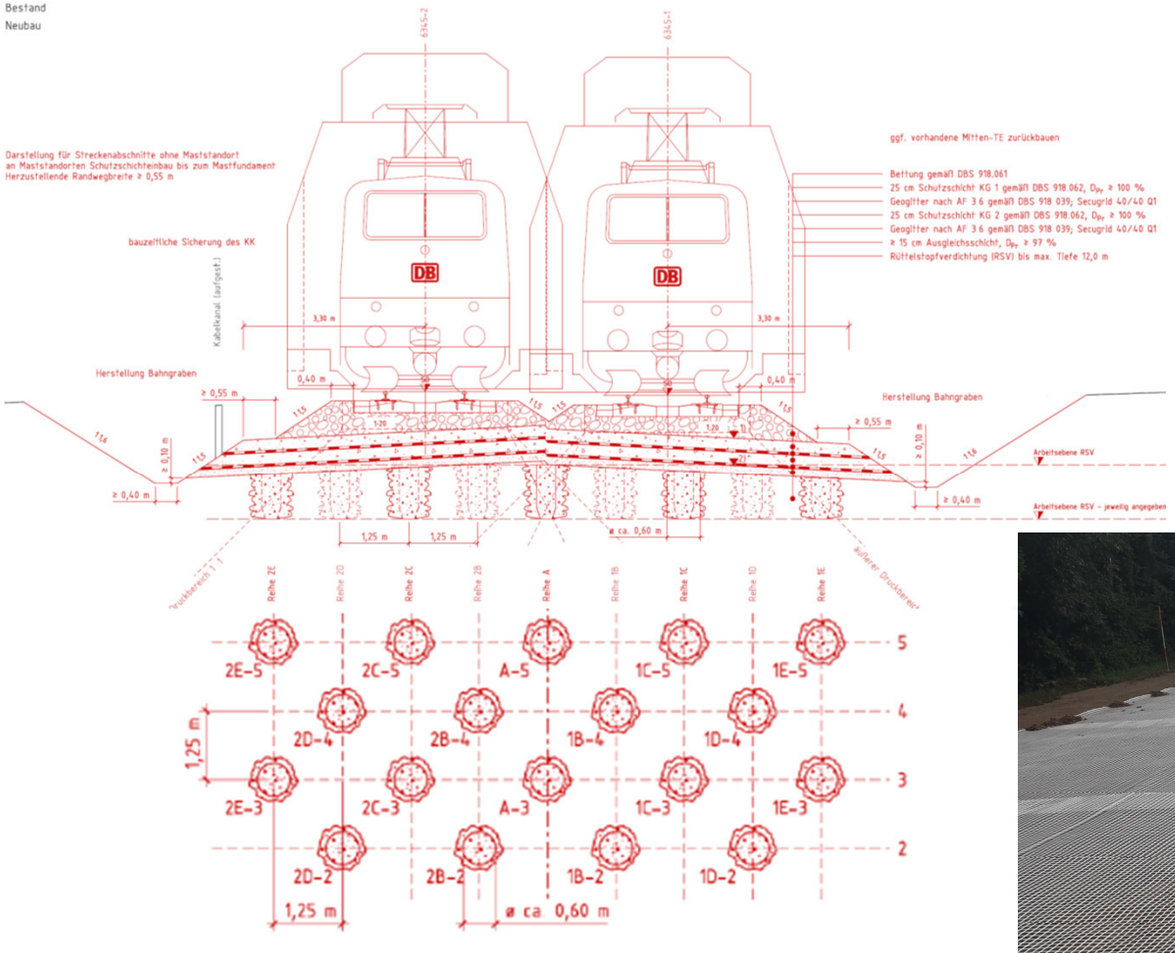
- Trennen und Filtern - Erosion/Vermischung verhindern
  - Schotter bleibt sauber und scherfest
- Dränen - Entwässerung + Wasserableitung
- Schützen + Stabilisieren - Lastverteilung + Stabilisierung Boden

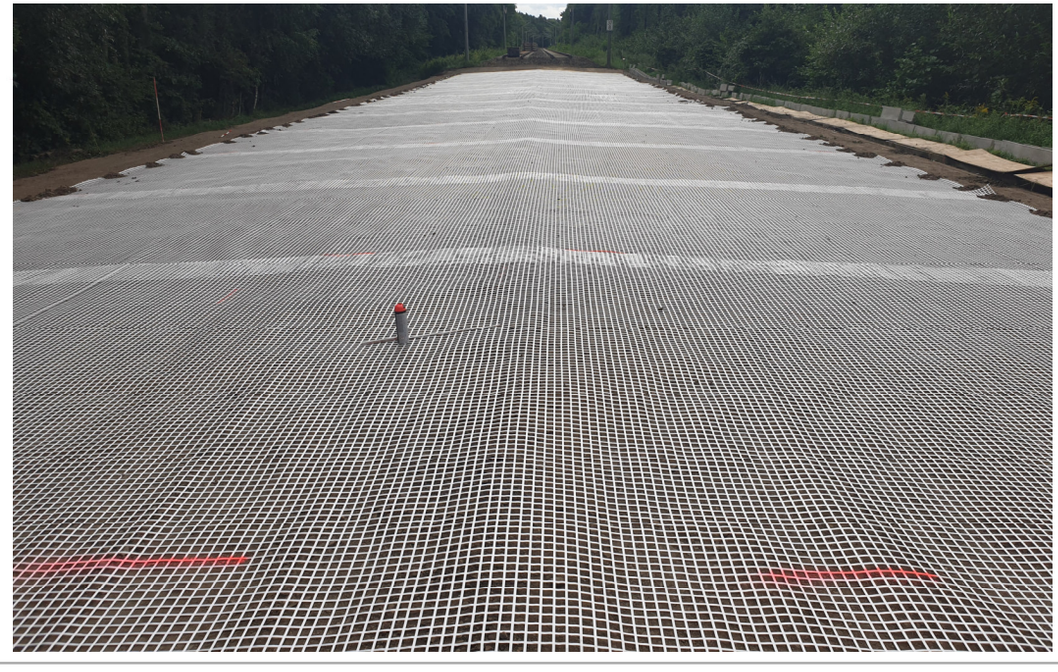
als Bewehrungselement zur Lastverteilung über Tiefgründungen

- Wirkungsweise als
  - Gewölbemodell-Membrane
  - Plattenmodell-Biegezugbewehrung
- Gewölbewirkung im überlagernden Bodenkörper infolge Lastumlagerung zwischen Traggliedern (ziehen Kräfte an) und Weichschicht (wird entlastet) infolge von Steifigkeitsunterschieden
- Membranwirkung in horizontaler Geokunststoffbewehrung durch Auflage auf den Traggliedern und „überbrücken“ des gering tragfähigen Bodens
- Aktivierung von Dehnungen und Zugkräften
- zunehmende Dehnung und Durchhang ⇨ Stützwirkung der Weichschicht erhöht sich
- Selbstregulierung ⇨ stabiler Gleichgewichtszustand

Geogitter über Rüttelstopfsäulen (hochliegende Bewehrung) - Bauvorhaben Bestensee

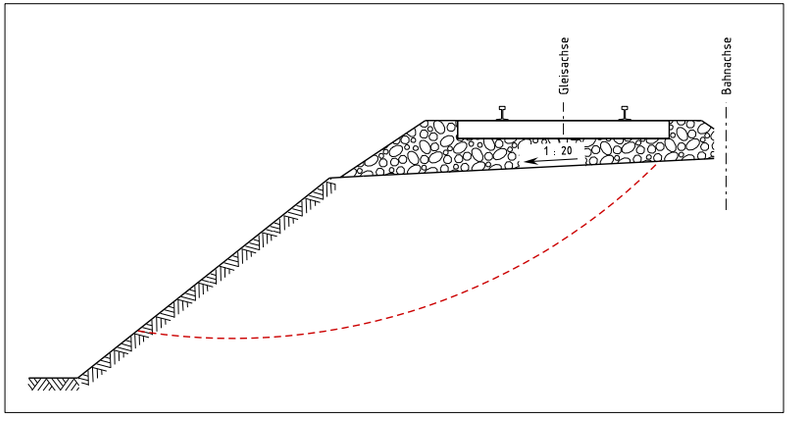
- Einbau der Geogitterbewehrungen über den Säulen (konstruktiv - AF 3.6 (3.5))

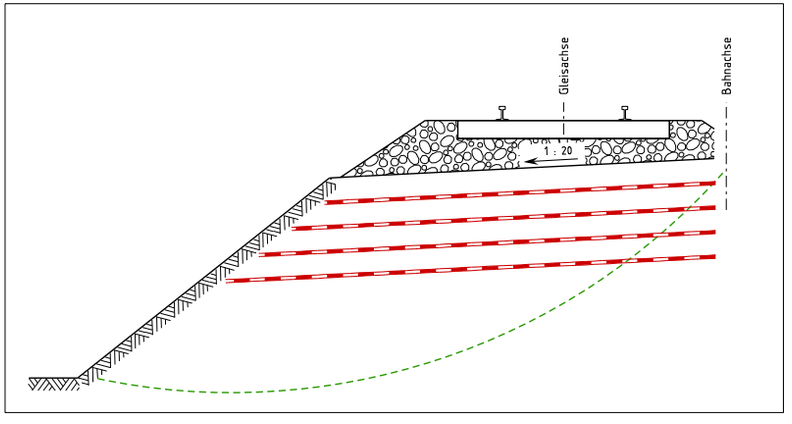




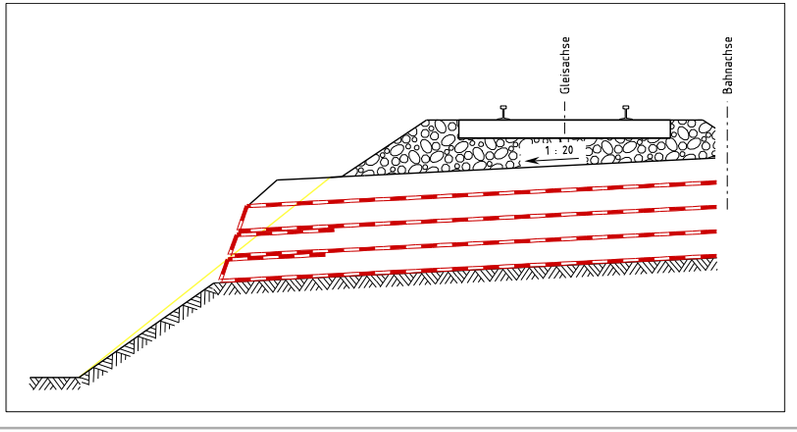
als Bewehrungselement für Geogitterbewehrte Stützkörper und -konstruktionen

- Erhöhung der Tragfähigkeit des Bestandsdammes ⇨ Einbau statisch wirksamer Geogitter
  ⇨ Geokunststoffbewehrte Steilböschung ohne Frontausbildung bzw. tragende Außenhaut



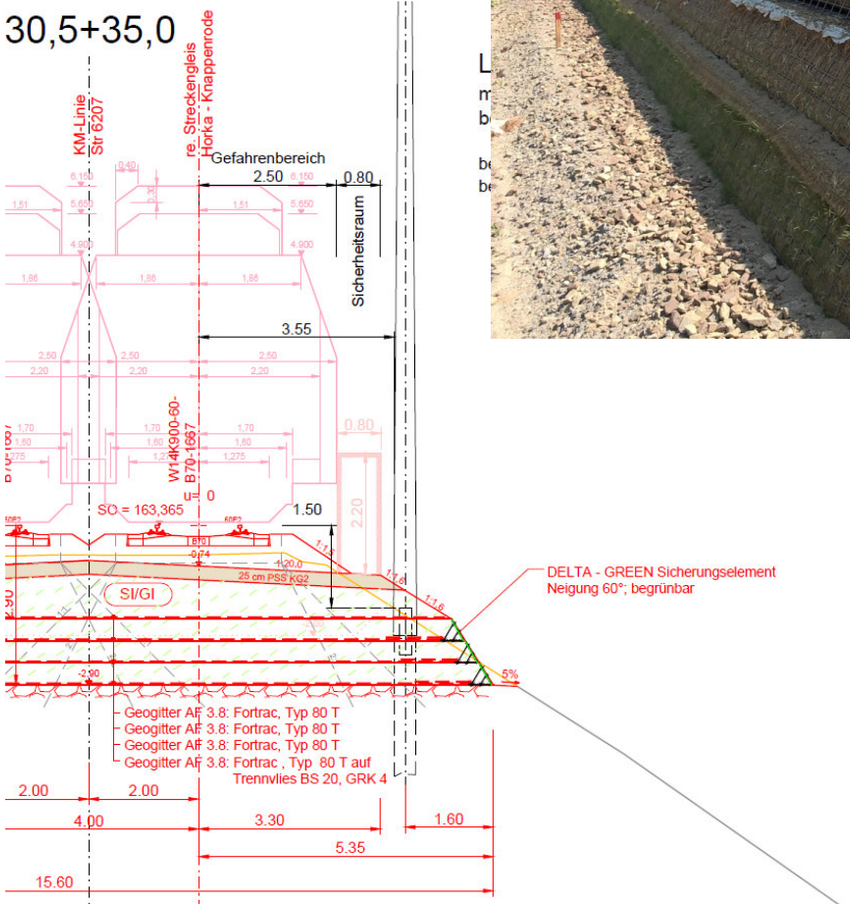


- Verbreiterung des Planums / der Dammkrone ⇨ Herstellen „übersteile“ Böschung mit Frontelementen
  ⇨ Geogitterbewehrter Stützkörper / Polsterwand mit statisch nicht wirksamer Front zum Schutz des Bewehrungsumschlages



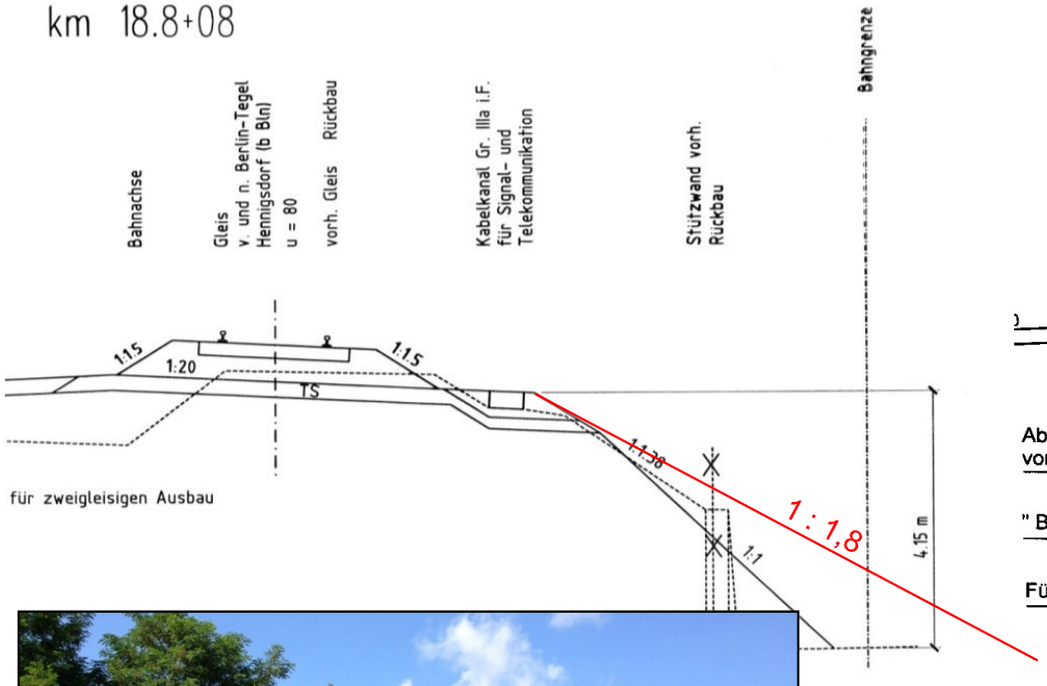
Beispiel Geogitterbewehrtes Bodenpolster - Projekt Knappenrode - Horka

- Einbau von bis zu 4 Geogitterlagen quer zur Streckenachse
- Geogitter mit Nennzugfestigkeit 80 kN/m (md) / 20 kN/m (cmd), Maschenweite 25 x 25 mm, Rollenbreite 5 m
- aufgrund „übersteiler“ Böschung mit Frontelementen 60° mit begrünbarer Erosionsschutzmatte (Kokosfasern und Stroh) und
- Füllboden GW / GI / SW / SI mit φ ≥ 35°
- vor Einbau des geogitterbewehrten Bodenpolsters mechanische Boden-verbesserung der Abtragsebene

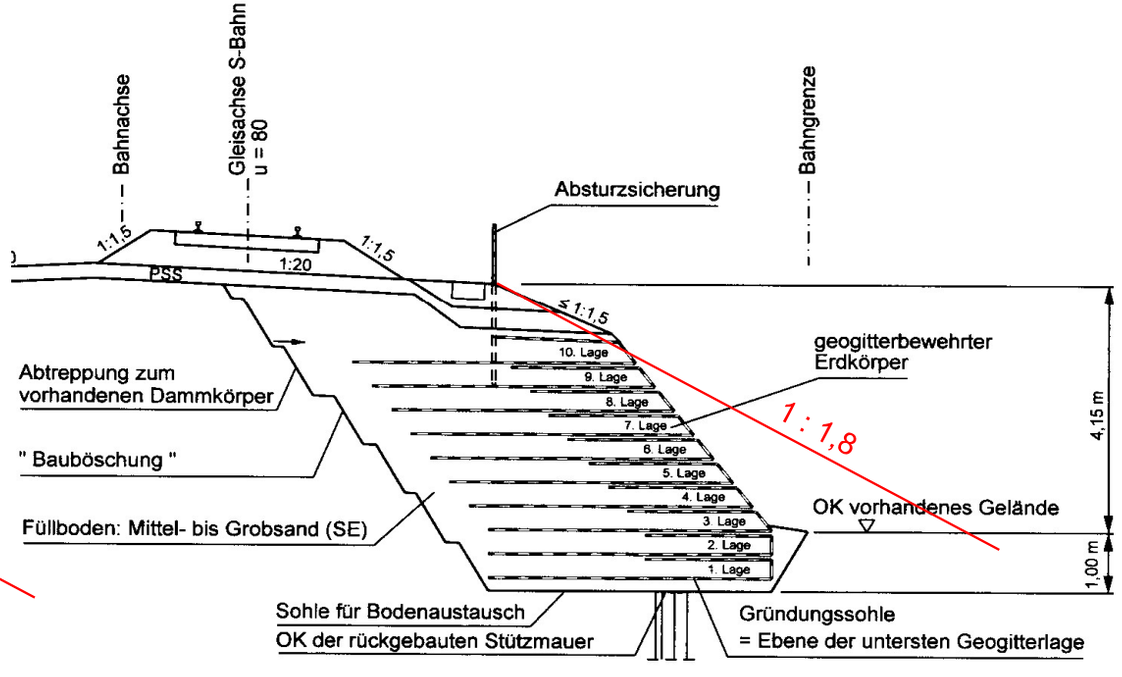


Beispiel Geogitterbewehrter Stützkörper - Projekt Hennigsdorf

Ausgangssituation:



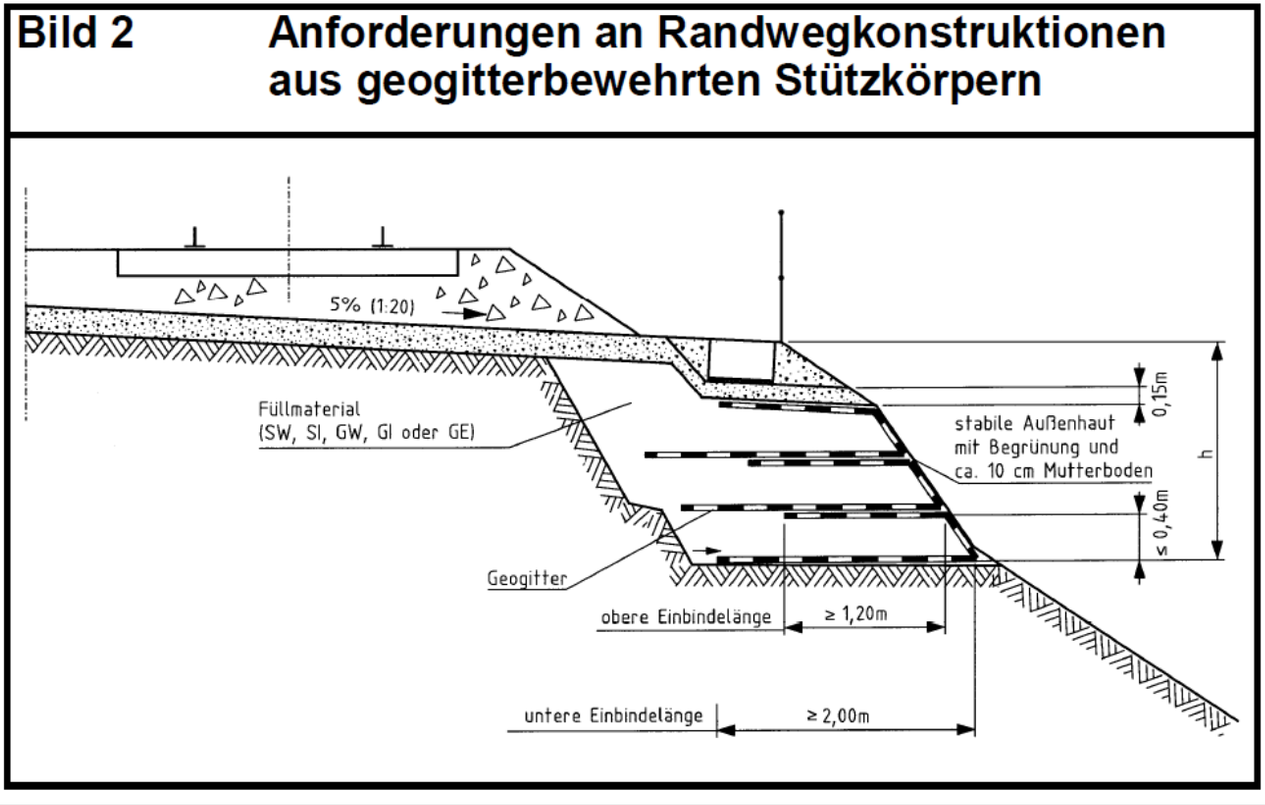
Lösungsvorschlag:



für Randwegkonstruktionen aus geogitterbewehrten Stützkörpern

- gemäß RIL 836.4304 - Abs. 3 für Strecken mit $v_e \leq 120$ km/h als typisierte Regellösung:
  - Konstruktionshöhe h ≤ 1,5 m
  - Neigung der Vorderseite α ≤ 60°
  - untere / obere Einbindelänge L ≥ 2,0 m / ≥ 1,5 m

Bild 2 Anforderungen an Randwegkonstruktionen aus geogitterbewehrten Stützkörpern

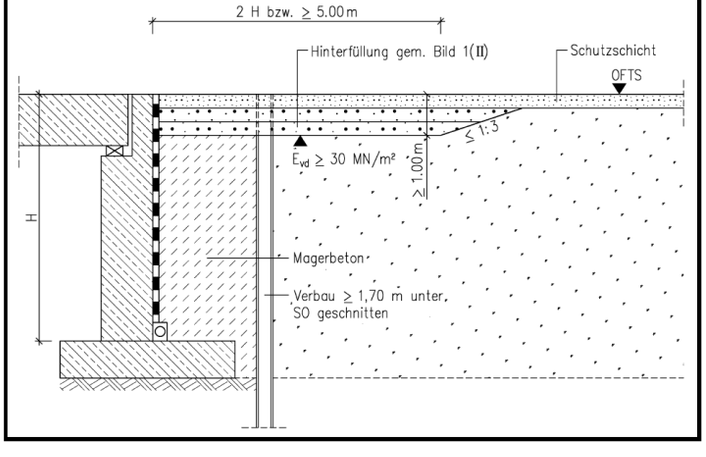


… als Dränelement für die Entwässerung von Hinterfüllbereichen (AF 3.10)

Grundsätze:

- für die Entwässerung (Dränung) von Hinterfüllungen von Stützmauern/-wänden gemäß RIL 836.4302 Abs. 2 (4)
- **nicht** oder nur in begründeten Einzelfällen (z. B. Planrecht) **für Hinterfüllungen von Eisenbahnbrücken** gemäß RIL 836.4106, nur nach Rücksprache mit INPF.23 (T)

Bild 6 **Beispiel zur Hinterfüllung von WL-Baugruben mit Verbau, v < 160 km/h und SchO**



Prinzipskizze ohne Maßstab; die Darstellung der Entwässerung ist informativ.

EINLEITUNG UND GRUNDLAGEN

Herausforderungen beim Eisenbahnbau
Grundlagen, Produktvielfalt, Funktionen, Technische Eigenschaften

1 REGELUNGEN ZUR ANWENDUNG BEI DEN EISENBAHNEN DES BUNDES

1.1 Technisches Regelwerk
1.2 Übersicht Anwendungsgebiete
1.3 Regelung Produktzulassungen

2 ANWENDUNGSGEBIETE

2.1 Filterelement in Entwässerungsanlagen (AF 3.3)
2.2 Zusatzelement von Schutzschichten (AF 3.4, AF 3.5, AF 3.6)
2.3 Abdichtungselemente in Erdbauwerken (AF 3.11 bis AF 3.13)
2.4 zur Planumsverbesserung unter der Bettung (AF 3.14)
2.5 Bewehrungselement in Erdbauwerken (AF 3.7 bis AF 3.9)
2.6 Dränelement für die Entwässerung von Hinterfüllbereichen (AF 3.10)

LITERATUR

Claus Göbel · Klaus Lieberenz · Ulrike Weisemann (Hrsg.)
HANDBUCH
Erdbauwerke der Bahnen
Planen · Bemessen · Bauen · Instandhalten · Ertüchtigen
3., überarbeitete und erweiterte Auflage
EDITION
Eurail press
eBOOK INSIDE

GEPRO
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik, Verkehrs- und Tiefbau und Umweltschutz mbH
www.gepro-dresden.de

KONTAKT DIPL.-ING. (FH) CLEMENS HAASE

E-MAIL: CLEMENS.HAASE@GEPRO-DRESDEN.DE
TELEFON: +49 351 87 775-26
MOBIL: +49 163 33 901-26