

Effiziente Deponieabdichtungen am Beispiel der Deponien Koppelwald und Dillinger Hütte Aufbau, Statik, Verankerung

J. Sobolewski, D. Brokemper & O. Syllwasschy
HUESKER Synthetic GmbH, Gescher, Deutschland

KURZFASSUNG: Anhand zweier übersteiler Deponien wird aufgezeigt, wie unter besonderen Bedingungen durch den Einsatz von Geokunststoffen Oberflächenabdichtungssysteme von Deponien ökonomisch und ressourcensparend hergestellt werden können. Die Oberflächenabdichtungen beider Deponien bestehen aus einer einlagig verlegten Geokunststoff-Dichtungsbahn (GTD). Die Entwässerung erfolgt über eine Dränmatte, welche die ursprünglich vorgesehenen Kiesdränagen ersetzt. Beide Deponien weisen Neigungen bis zu 1:2,5 auf. Bei Neigung größer 1:3 war eine Antigleitbewehrung aus Geogittern FORTRAC® T oberhalb der Dränmatte erforderlich.

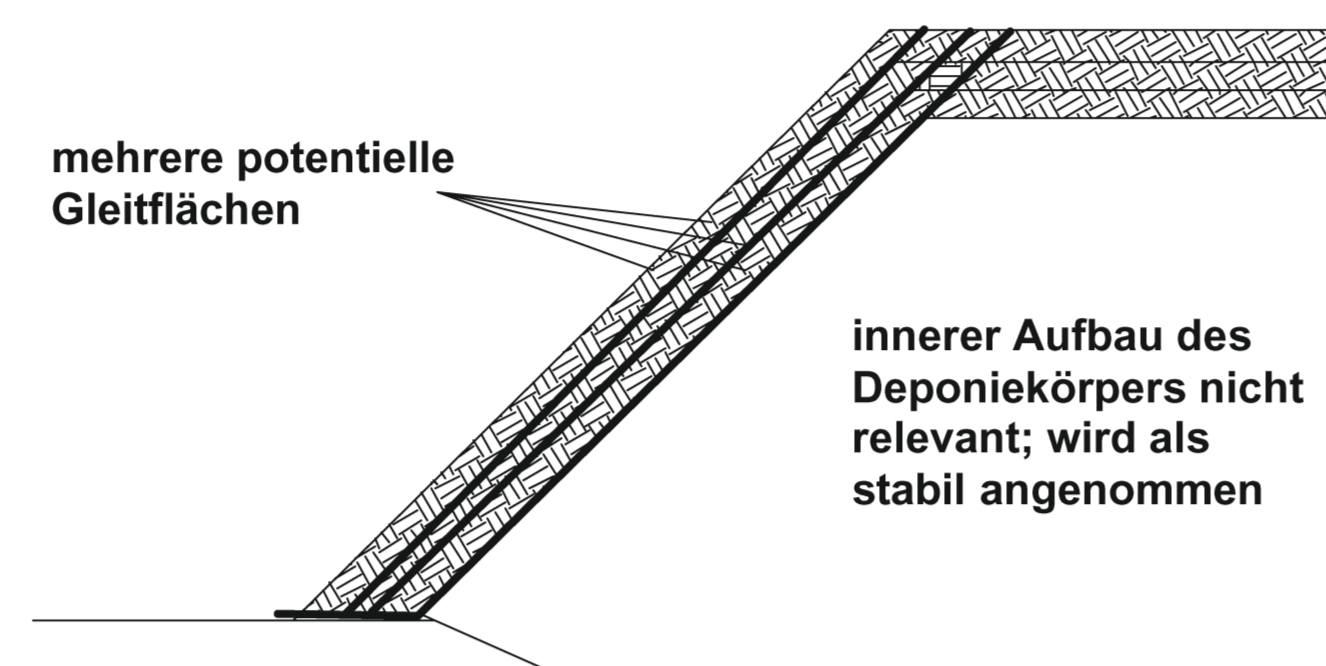


Deponie Dillinger Hütte
Böschungslängen bis 31 m; Antigleitbewehrung mit FORTRAC®-T 110-250 kN/m; Verankerung z.T. in speziell angeordneten Tiefgräben in der Zufahrtsstraße

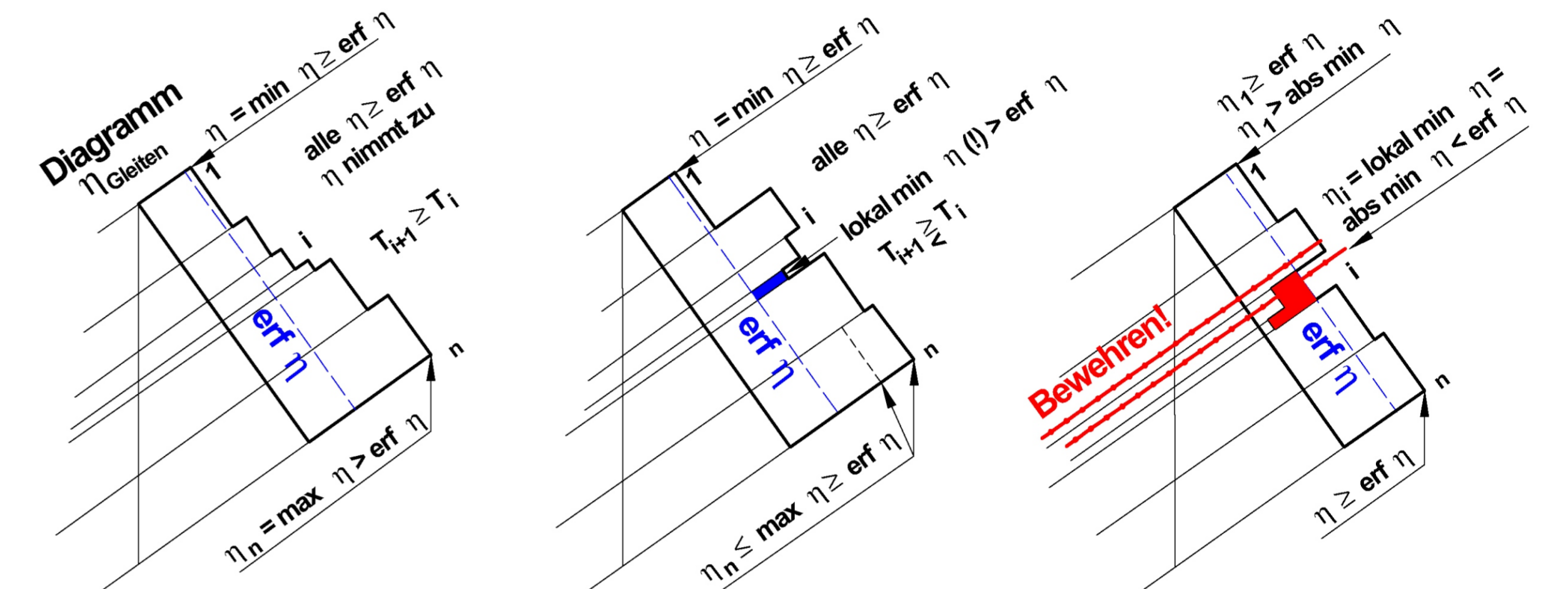


Deponie Koppelwald
hohe Auflast im Böschungsbereich durch 2 m hohe Rekultivierungsschicht
Böschungslängen von 56 - 79 m
Antigleitbewehrung FORTRAC®-T 250 - 300 kN/M
Verankerung im Plateaubereich in einem 2 m hohen Randwall

Böschungsbruch in der Oberflächenabdeckung, flaches Abgleiten



- Gleitflächen i.A. durchgehend geradlinig, ausgenommen Knicke oder Unterbrechungen bei etwaigen Bermen
- mehrere maßgebende Gleitflächen möglich:
 - in einer Schicht (z.B. Tonabdichtung)
 - in der Kontaktfläche zwischen 2 Schichten (z.B. Ton/KDB)



- Idealfall:** alle $\eta \geq \text{erf } \eta$, η nimmt zu in allen Schichten und Kontaktflächen von oben nach unten
- Kein Idealfall:** alle $\eta \geq \text{erf } \eta$, aber η nimmt nicht zu von oben nach unten
- kritischer Fall:** Bewehrung möglichst dicht oberhalb der kritischen Gleitfläche einbringen! Sicherheit erhöhen auf $\eta = \min \eta \geq \text{erf } \eta = \frac{\max T_i + \text{erf } Z}{T_i}$

Reibungsverhältnisse in den maßgebenden Gleitflächen

Die Reibungsverhältnisse zwischen den einzelnen Geokunststoffen in einem mehrschichtigen Abdichtungssystem sind in den meisten Fällen ungünstiger als zwischen Bodenmaterialien.

Für die statische Berechnung ist die Kenntnis der präzisen Scherparameter zwischen den einzelnen Geokunststoffen und den vor Ort eingesetzten Böden sehr wichtig.

Tab. 1: Scherparameter Deponie Koppelwald

Fuge	Versuchswerte	Rechenwerte*
GTD NaBento RL-C // Dränmatte Enkadrain E4006C	$\delta [^\circ]$ 29	cal $\delta [^\circ]$ 26,7
Dränmatte Enkadrain // Geogitter Fortrac + Rekuboden	30	27,7
GTD NaBento RL-C // Ausgleichsschicht	33	30,0

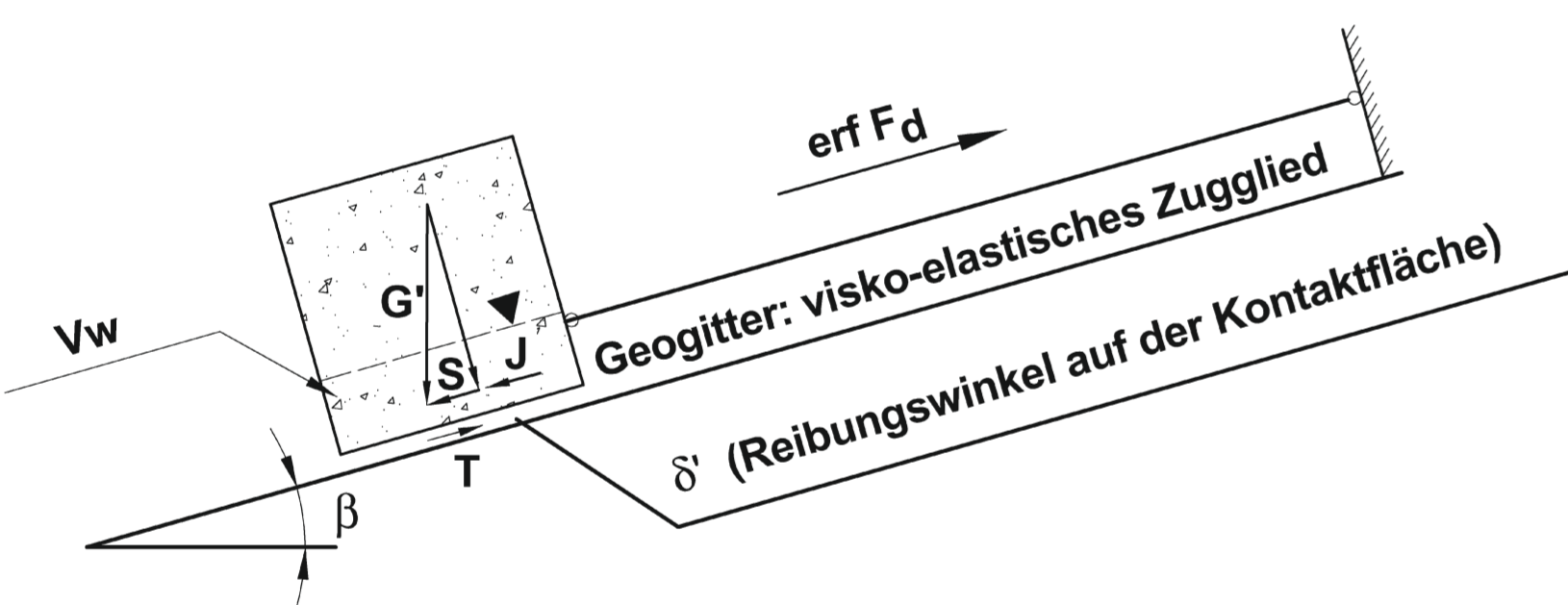
Tab. 2: Scherparameter Deponie Dillinger Hütte

Fuge	Versuchswerte	Rechenwerte*
GTD // Dränmatte	$\delta [^\circ]$ 22,3	cal $\delta [^\circ]$ 20,4
Geogitter Fortrac // Rekuboden	-	27,5
GTD // Ausgleichsschicht	-	27,5

Die Scherparameter wurden anhand von Scherversuchen als auch Erfahrungswerten bzw. in Analogie zu ähnlichen Bauvorhaben bei entsprechender Abminderung (EAU 1996) ermittelt.

Bemessung der Geogitter

Die Bemessung erfolgt gem. DIN 4084: 1981. Das Geogitter wird als Zugglied betrachtet. Die erforderliche Zugfestigkeit F_d ergibt sich aus:



Prinzipdarstellung einer Anti-Gleit-Bewehrung

$$\text{erf } F_d = \eta \cdot [(\gamma \cdot (d - h_w) + \gamma_{sr} \cdot h_w + p) \cdot \sin \beta - (\gamma \cdot (d - h_w) + \gamma \cdot h_w + p) \cdot \cos \beta \cdot \tan \delta] \cdot L$$

mit:

- γ - Feuchtwichte des Rekultivierungsbodens
- γ' - Bodendichte bei Wasserauftrieb
- γ_{sr} - Bodendichte bei Wassersättigung
- β - Böschungswinkel
- δ - Reibungswinkel in der maßgebenden Gleitebene
- h_w - Höhe des Grundwasserleiters in der Rekultivierungsschicht (EBGEO 1997)
- η - Sicherheitsbeiwert (DIN 4084, LF 1, $\eta = 1,30$, LF 2-Bauzustand $\eta = 1,20$)
- L - Böschungslänge
- p - Flächenlast
- d - Dicke der Rekultivierungsschicht

Die vorhandene Langzeitzugfestigkeit wird ermittelt indem der Wert der Kurzzeitzugfestigkeit F_k durch die Abminderungsfaktoren für Kriechen A_1 , Beschädigung beim Einbau A_2 , Anschlüsse und Verbindungen A_3 und Umwelteinflüsse A_4 sowie einen allgemeinen Sicherheitsbeiwert $\gamma_m = 1,75$ für geosynthetische Bewehrungen abgemindert wird (FGSV-Merkblatt 1994)

$$\text{vorh } F_d = \frac{F_k}{A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot \gamma_m}$$

Der Nachweis der ausreichenden Zugfestigkeit erfolgte durch die Gegenüberstellung: $\text{vorh } F_d \geq \text{erf } F_d$

Besonderes Augenmerk gilt Lastfall 2: Berücksichtigung dynamischer Kräfte: Bremsen und Beschleunigen von Baumaschinen

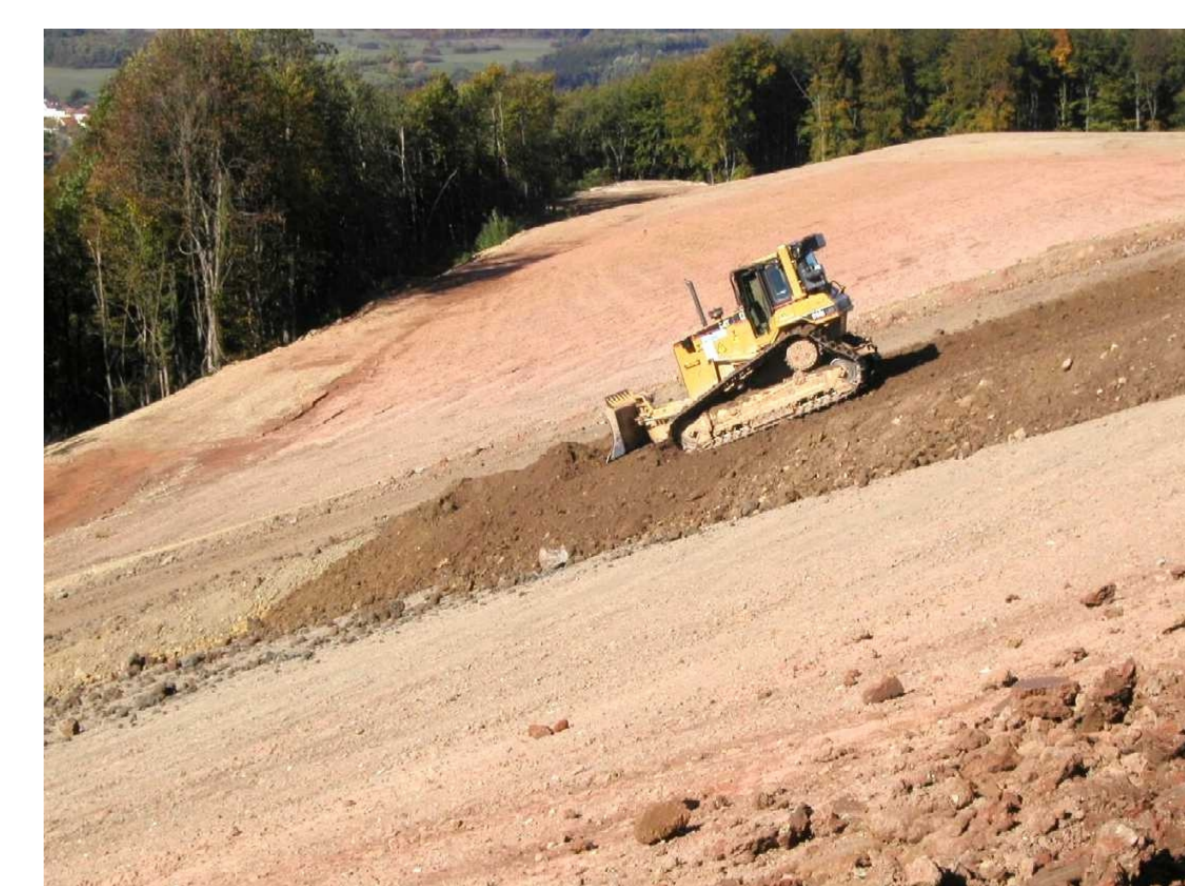
Im Lastfall 2 untersuchte Kombinationen

Deponie Koppelwald:

- Planiererraupe $G_A = 140$ kN oder Bagger $G_A = 275$ kN
- Rekuschiht Dicke $d = 2,0$ m

Deponie Dillinger Hütte:

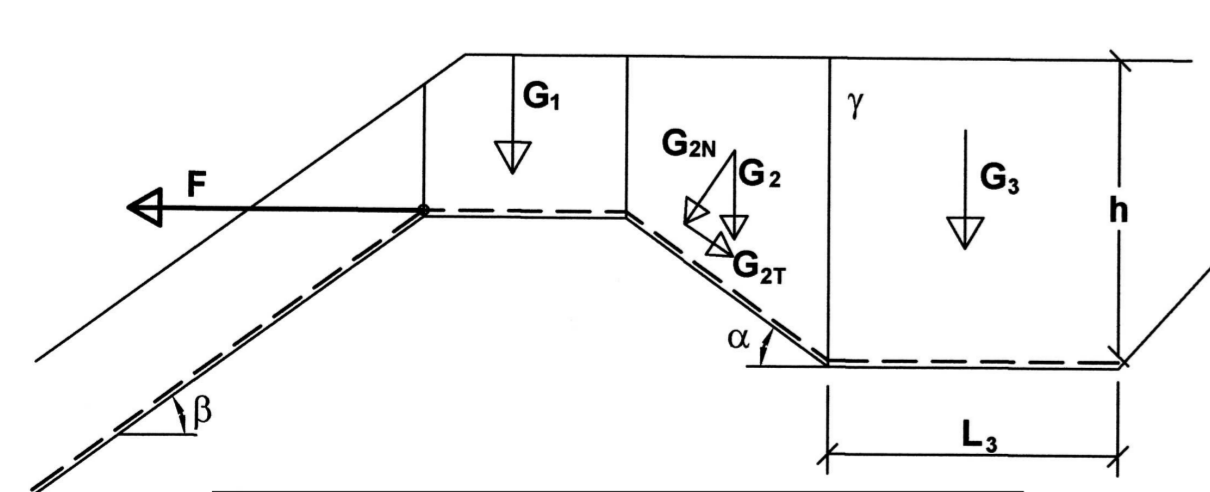
- Dumper $G_A = 450$ kN oder 2 Planiererraupen $G_A = 170 + 140$ kN hintereinander
- Rekuschiht Dicke $d = 0,5 - 2,0$ m



Bemessung der Verankerung

Die Bemessung erfolgt gem. DIN 1054: 1976

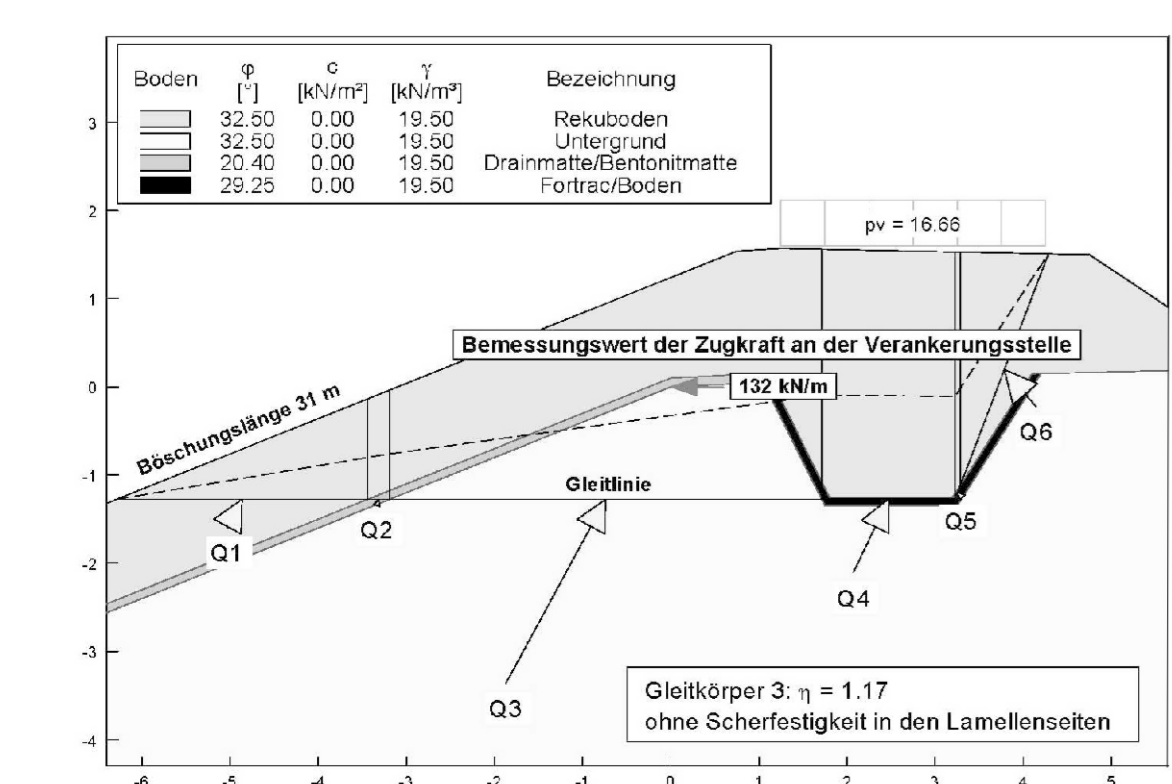
mit $\eta = 1,5$ für Lf 1 und $\eta = 1,35$ für Lf 2
Zusätzliche Betrachtung von polygonalen Gleitflächen nach der Blockgleitmethode



$$\eta \cdot F \leq G_1 \cdot \tan \delta + G_2 \cdot \tan \delta + G_3 \cdot \tan \delta + G_4 \cdot \tan \delta$$

$$L_1 \geq \eta \cdot F - (G_1 + G_2 \cdot \cos \alpha) \cdot \tan \delta - G_3 \cdot \sin \alpha$$

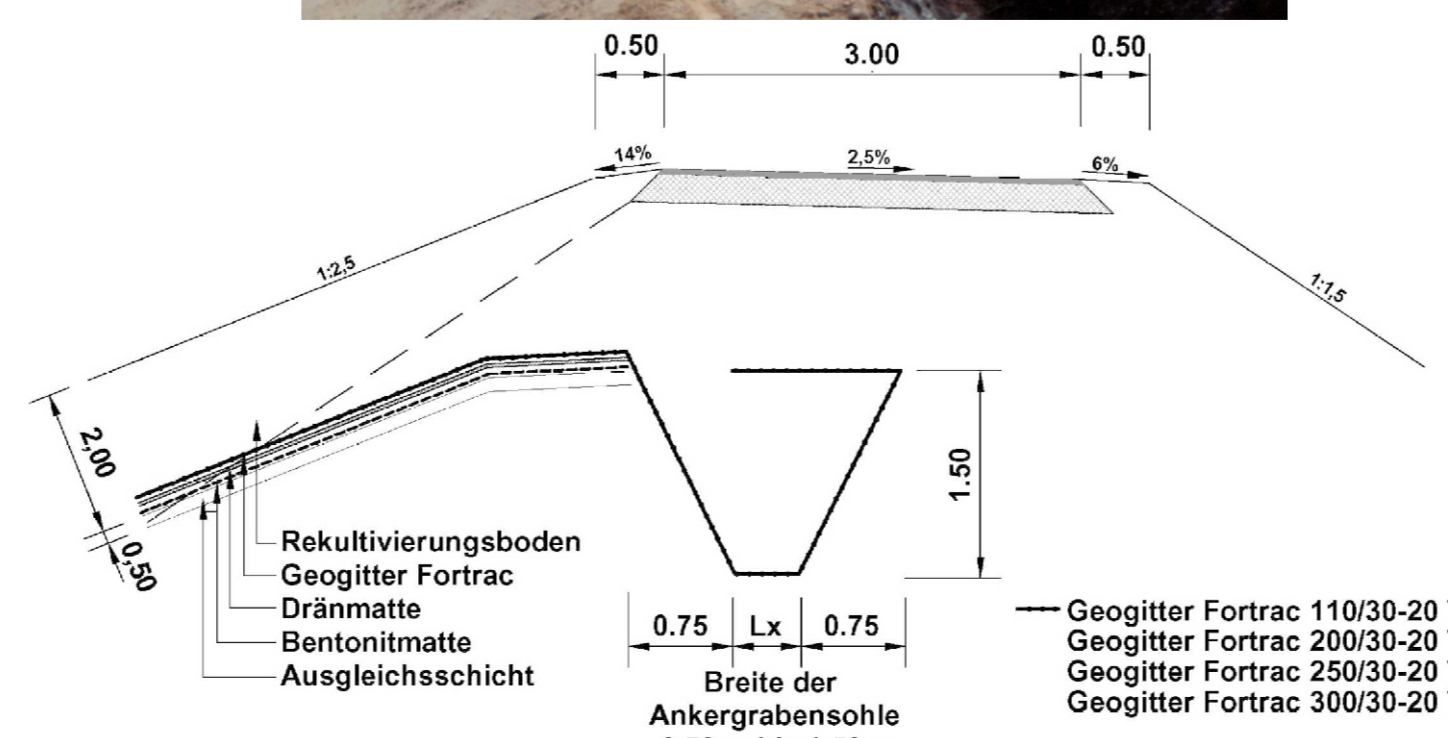
$$\tan \delta \cdot \gamma \cdot h$$



Konstruktive Gestaltung der Verankerung

Deponie Dillinger Hütte:

Verankerung in einem Tiefgraben, Grabensohle von 0,5 - 1,5 m, Grabentiefe 1,0 - 1,5 m teilweise direkt unter der Deponieauffahrt



Deponie Koppelwald:

Verankerung im Plateaubereich, gleichzeitige Nutzung des Randwalls als Betriebsweg
Verankerungslängen zwischen 7,5 und 10,1m, Entwässerungsbedingte 5% geneigte Aufstandsfläche

