



DORST
WATERBOUW
CONSULT



waterschap
limburg



NEDERLANDSE GEOTEXTELORGANISATIE

De dijk zonder (dikke) kleilaag GCL toepassingen

NGO Kennissessie: Geokunststoffen in de waterbouw

Ir. C. Dorst (Kees)

Een veilige dijk zonder dikke kleilaag

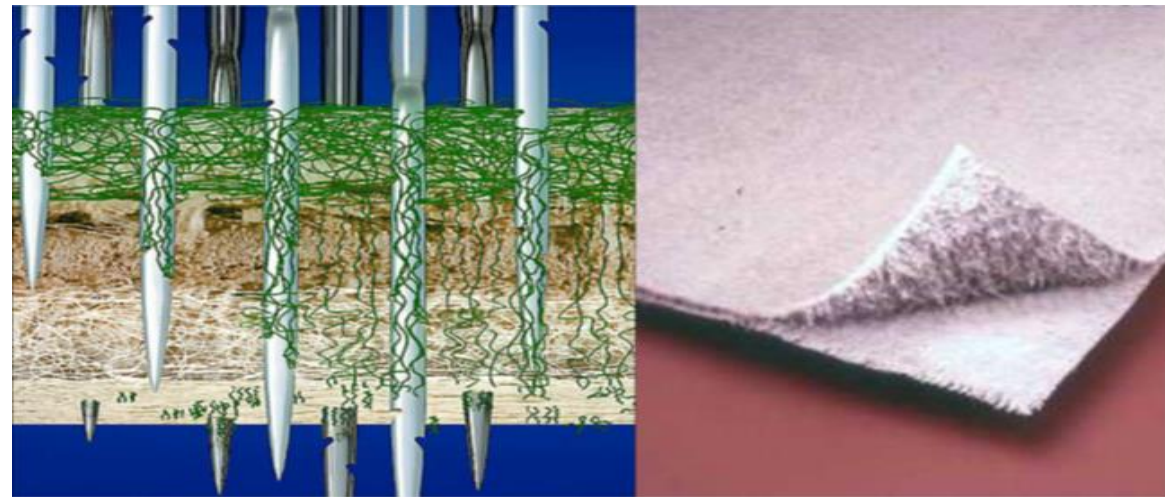
Dijkversterking met Bentofix® geosynthetische klei afdichting (bentonietmat)



Professioneel projectadvies en projectbegeleiding



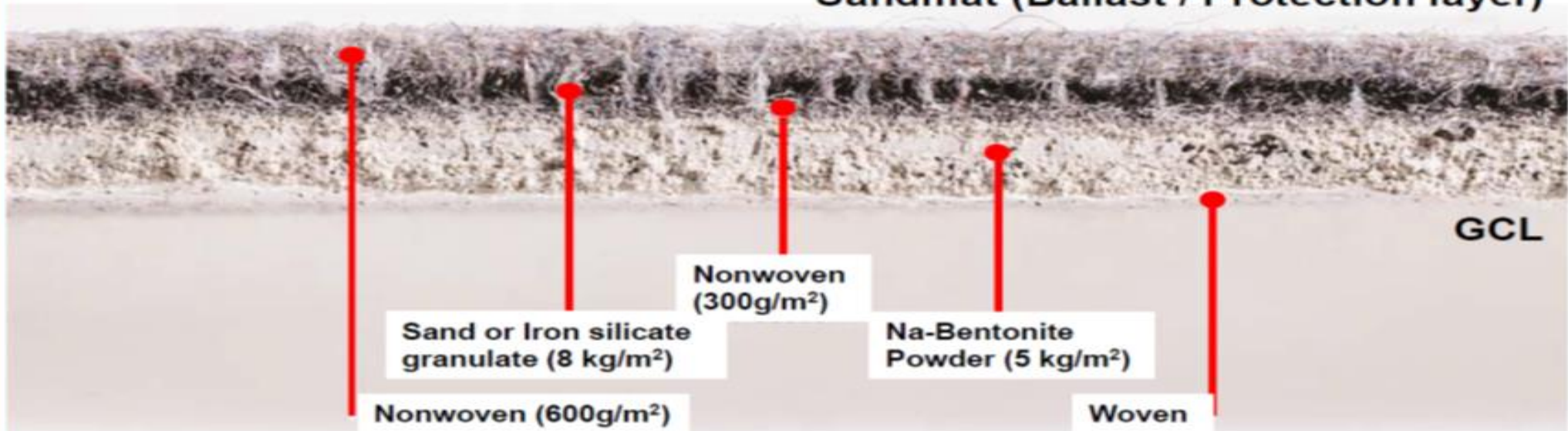
NAUE GmbH & Co. KG
Duitsland · Tel: +49 5743 41-0 · info@naue.com · www.naue.com



Detailed cross-section Bentofix BZ 13-B

Multi-purpose GCL = sand mat + GCL (needle-punched)
= 14 kg/m² mass per unit area

Sandmat (Ballast / Protection layer)





Photo



**Brandenburgische Richtlinie
für die Anwendung
Geosynthetischer
Tondichtungsbahnen
im Deichbau**

Ausgabe 2016
(BRAD16)



Huidige toepassingen

- Sinds de jaren '80 vooral voor afdichtingen van depots: hoge eisen en aantoonbaarheid (Duitsland en Nederland)
- Afdichten van diepliggende constructies (tunnelbakken)
- De laatste decennia: dijkversterkingsprojecten in met name Duitsland
- Nov 2019: eerste dijktoepassing in Nederland (Neer)

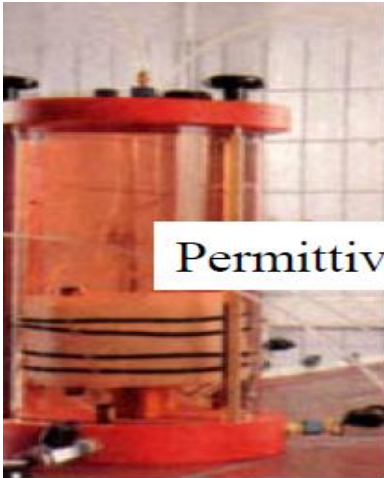
- Toepassingen op dijken
 - Kinzig dijken 2000 / 2001
 - Muldedijk 2002 / 2004
 - Elbedijk 2003
 - Oder dijk
 - Donaudijk 2006
 - Rijndijk: 2005
 - Waterkrachtkanaal en stuwdam Lech 1989
 - Dortmund-Ems kanaal 1989 (onder water)
 - Oder dijk 2018

- Lippe dijk 1994





Eigenschappen



Permittivity:

$$\psi = \frac{V_W}{\Delta t \cdot \Delta h \cdot A} = \frac{k}{d} = \frac{\text{hydraulic conductivity}}{\text{thickness}}$$

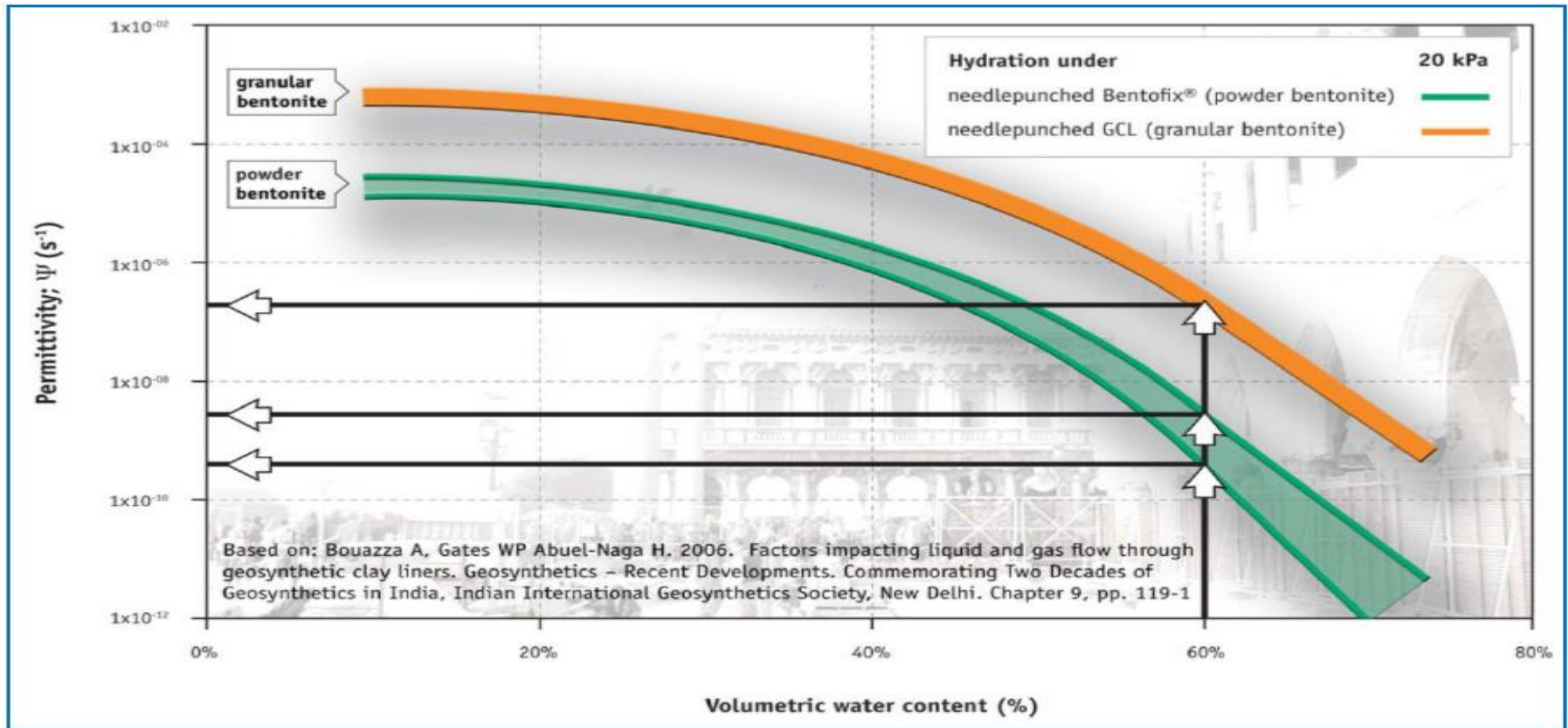
Mineral sealing system

$$\psi_{MD} = \frac{5 \times 10^{-9} \text{ m/s}}{1,00 \text{ m}} = 5 \times 10^{-9} \text{ 1/s}$$

Geosynthetic clay liner

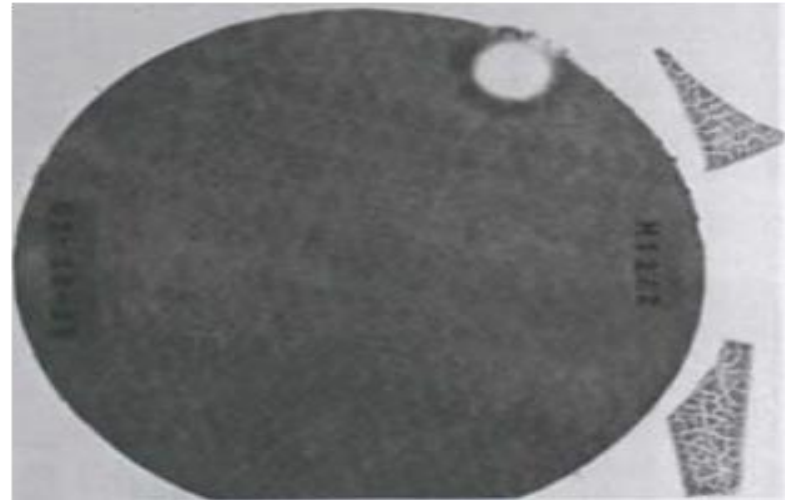
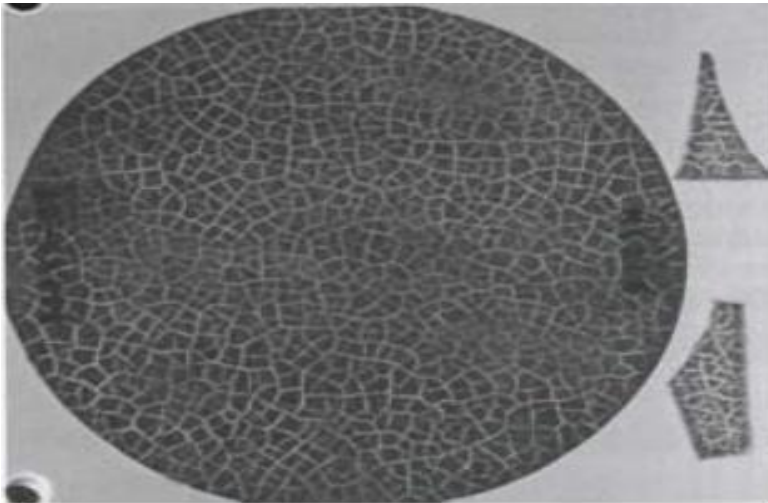
$$\psi_{GTD} = \frac{5 \times 10^{-11} \text{ m/s}}{0,01 \text{ m}} = 5 \times 10^{-9} \text{ 1/s}$$

Eigenschappen



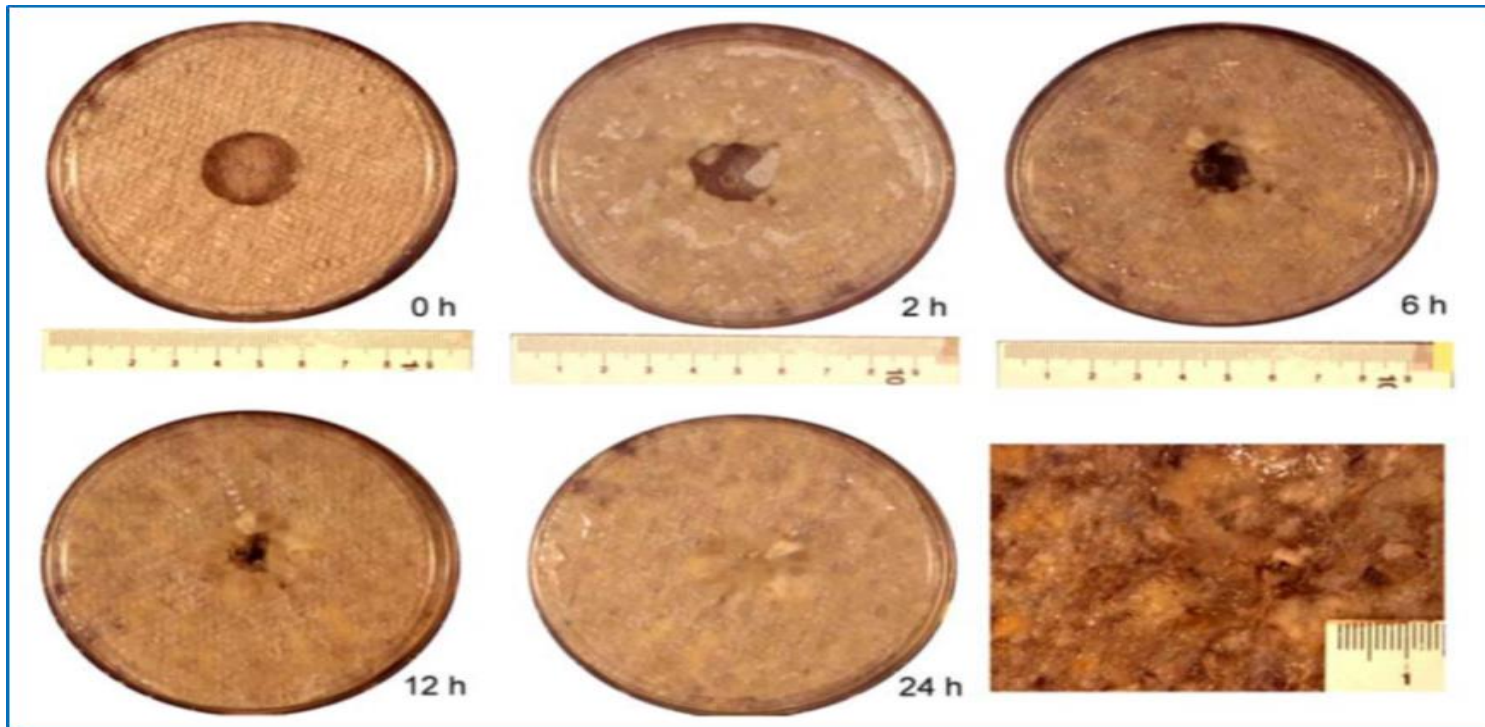
Eigenschappen

- Nat-droog cycli: zeer goed (bentonietpoeder)



Eigenschappen

- Zelf-helend



Eigenschappen

- Levensduur: 100 jaar (lab); > 30 jaar (praktijk)



Excavation Elbe-Deich
Ldkr. Wittenberge, April
2008



GCL excavations 2008 - 4, 6 and 12 years in service

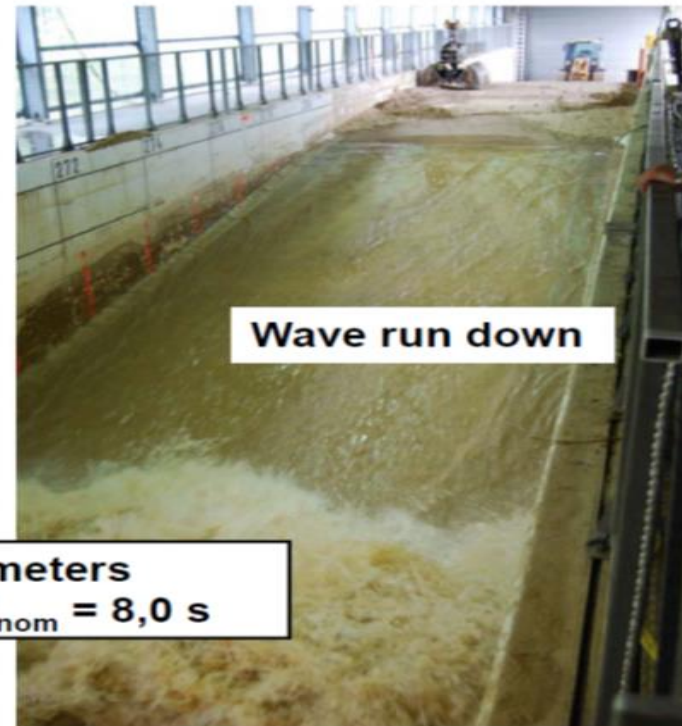


Needle-punched
GCLs have shown
excellent
performance in
service as dyke
sealing element.

Heibaum, M., BAW, 2009

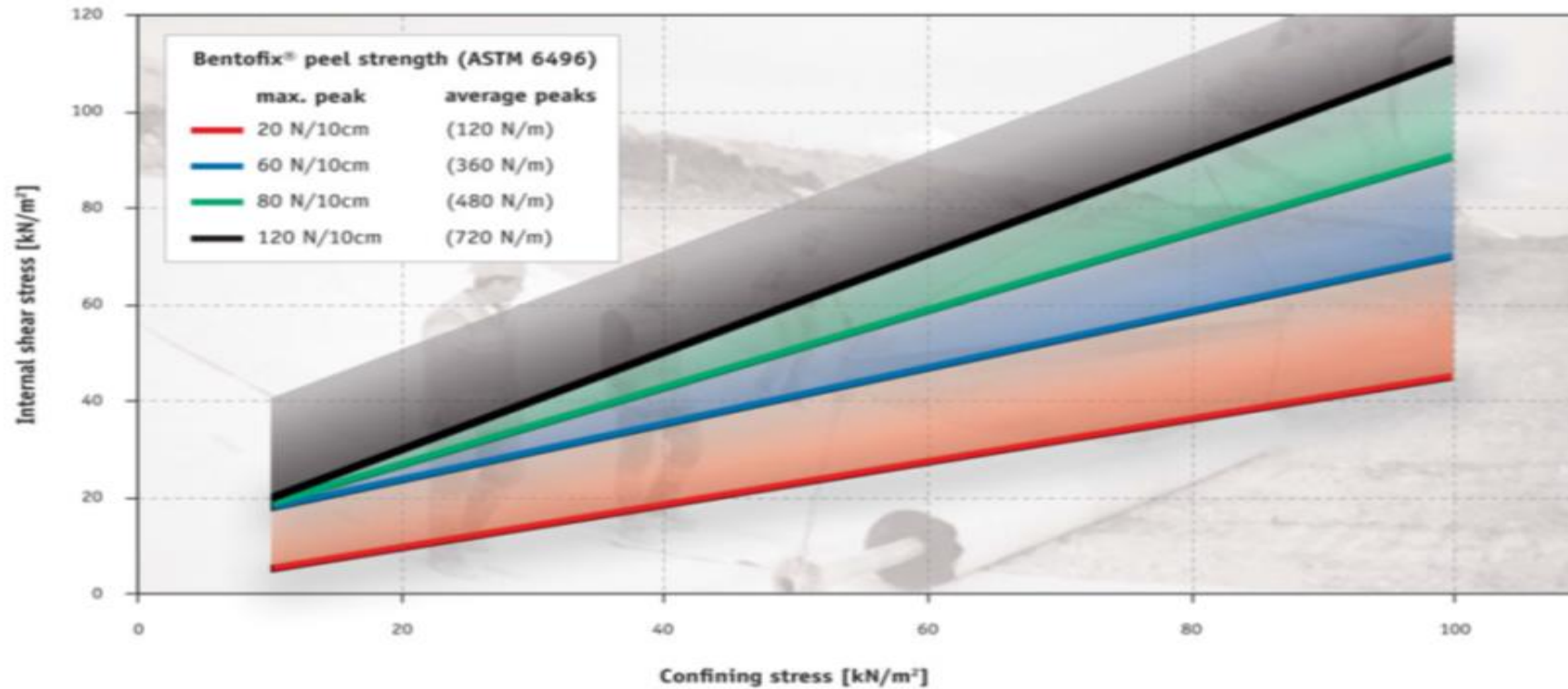
Eigenschappen

- Erosiebestendigheid: groot



Eigenschappen

Schuif- en afpelsterkte: hoog



Eigenschappen

Kwetsbaarheid doorworteling: aanvullende maatregelen nodig
(net als bij klei)

Bv. afdekken met grof zand (geen voeding) of coating of beheer



Eigenschappen

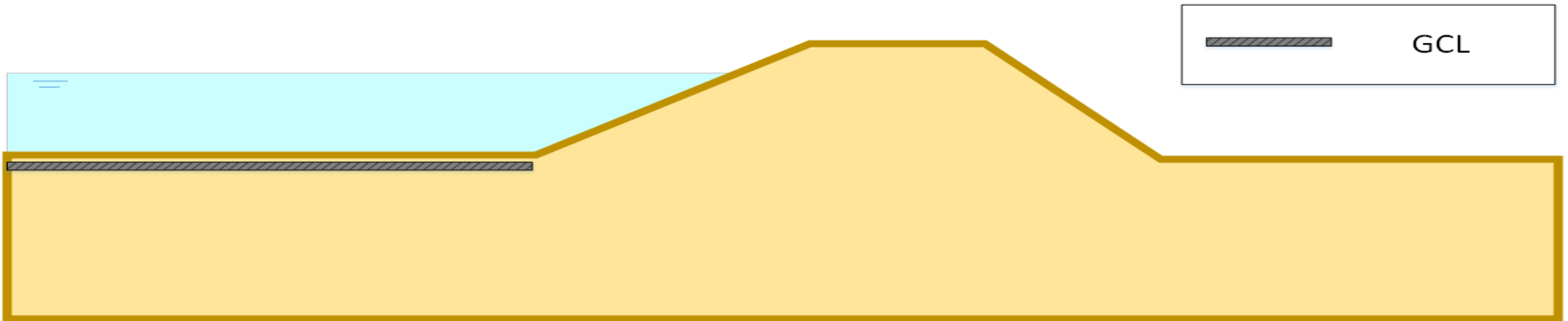


Duurzaamheid

- Duurzaamheid:
 - Energie (CED): 60% van klei toepassing
 - CO₂: 50% van klei toepassing
(klei 35 km, afdekkende grond 20 km, GCL 580 km)



Toepassing in voorland



Toepassing in voorland

- Voordelen tov klei:
 - Minder diep ontgraven
 - Geen afvoer overblijvende grond
 - Geen winning van klei
 - Geen transport van klei
 - Ook onder water te installeren (geen bemaling nodig)
 - Sneller, duurzamer en goedkoper
- Nadelen tov klei:
 - Milieugevolgen (emotie)
 - Complexer bij later moeten doorgraven

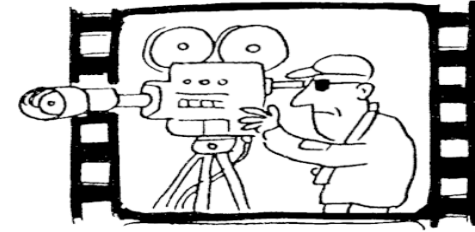
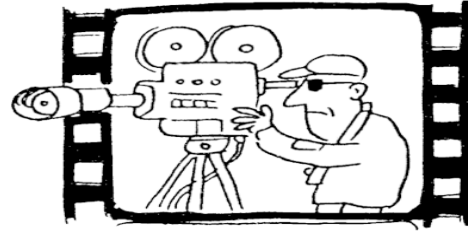
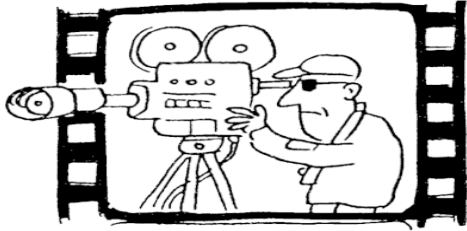
Toepassing in voorland



Toepassing in voorland

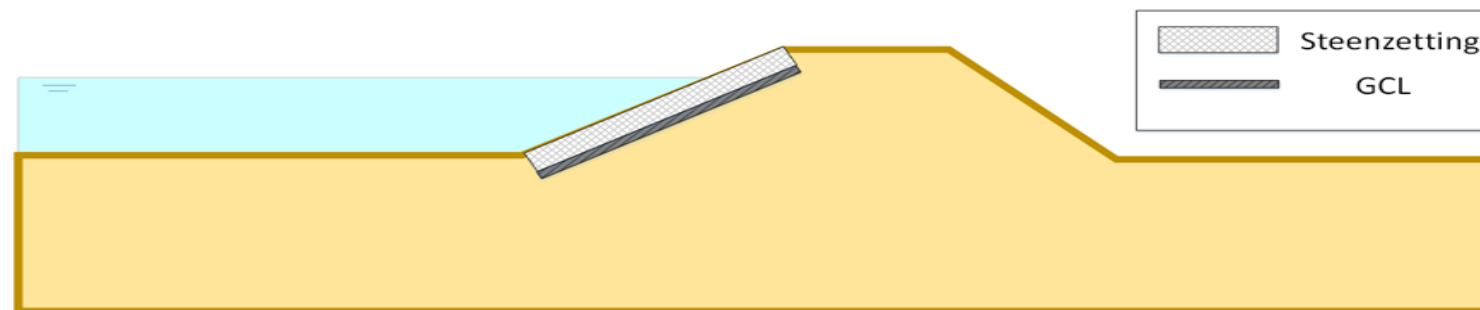
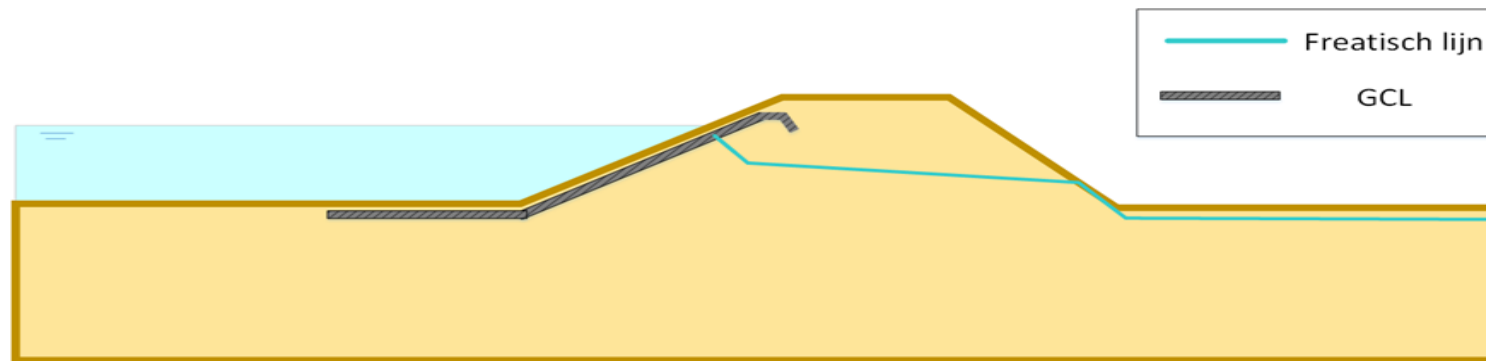


Toepassing in voorland



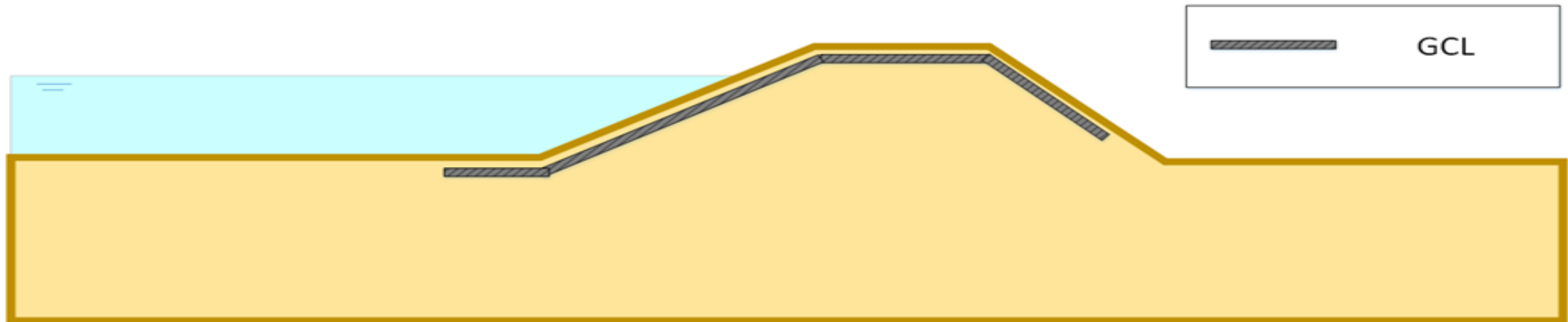
Toepassing op de dijk

- Micro- en macro instabiliteit: de waterremmende laag buitentalud



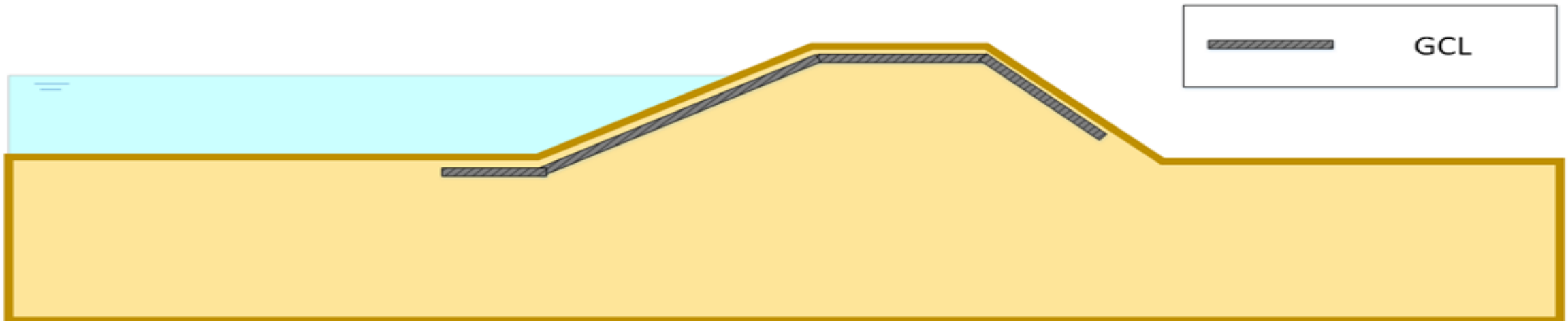
Toepassing op de dijk

- Waterremmende laag kruin- en binnentalud (tegen infiltratie)



Toepassing op de dijk

- Erosiebestendige reststerktelaag op buiten-, binnentalud en kruin (i.p.v. klei)



Toepassing op de dijk

- Voordelen tov klei:
 - Geen winning van klei
 - Geen transport van klei
 - Gebiedseigen grond 'zonder' eisen te gebruiken: omgeving mag winlocatie bepalen
 - Veel minder geotechnisch onderzoek winlocatie
 - Sneller, duurzamer en goedkoper
- Nadelen tov klei:
 - Milieugevolgen (emotie)
 - Complexer bij later moeten doorgraven

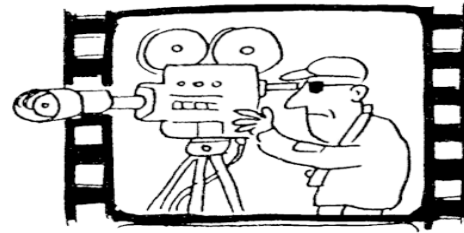
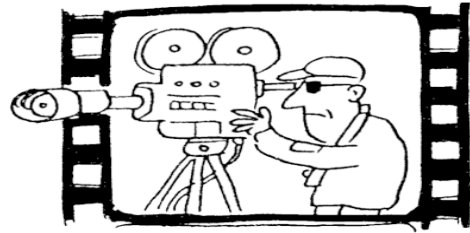
Toepassing op de dijk



Toepassing op de dijk



Toepassing op de dijk



Uitvoering

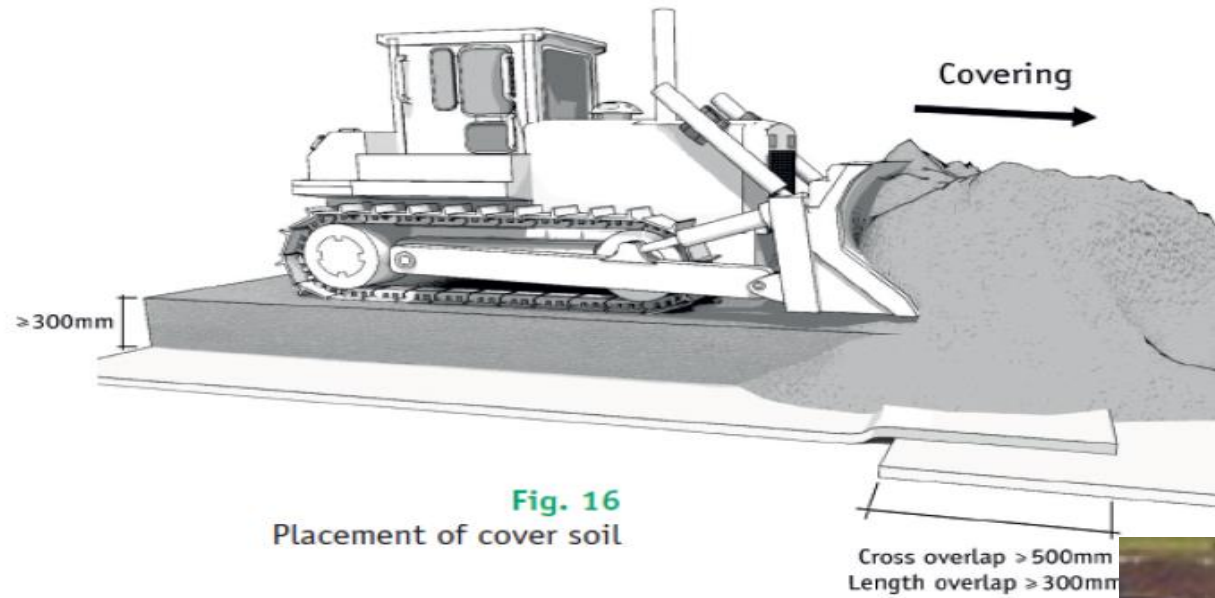
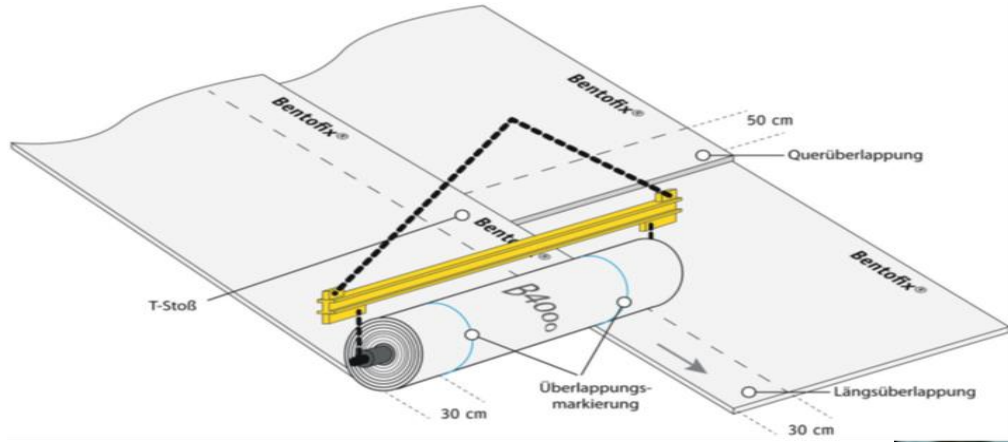


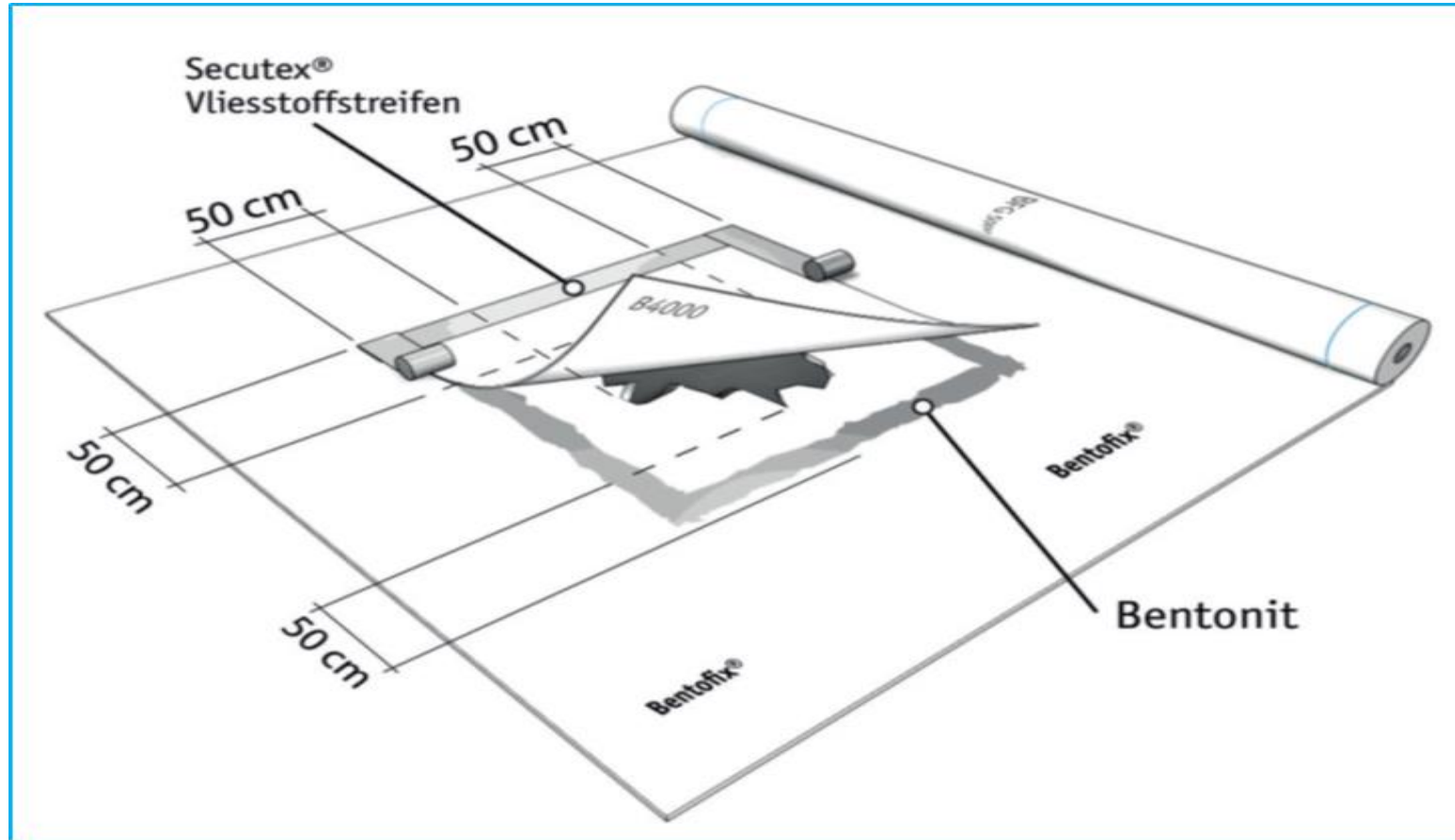
Fig. 16
Placement of cover soil



Uitvoering



Uitvoering



Innovatie traject

1. Toepassing in voorland:

- a) Door WS Limburg laten accorderen
- b) In nov 2019 toegepast in Neer
- c) Techniek “ligt op de plank” voor “de markt”

2. Toepassing op de dijk (kleivervanging)

- a) 2021 (?): 2x 500m referentie in dijkversterkingsproject Waterschap Limburg
- b) OBOR (verwacht gereed eind 2021, incl ENW traject)
- c) In kader POV DGG

Vragen en discussie...

