

Verwendung von Schlick
als Boden- und Dichtungsmaterial,
z.B. im Deponie- und Deichbau

Alexander Gröngröft

Gliederung

- Anforderungen an **Dichtungsmaterial**
- Ergebnisse mehrjähriger Feldversuche zur Eignung von Dichtschichten aus Schlick
- Schlussfolgerungen

- Rahmenbedingungen für die Verwertung als **Bodenmaterial**
- Problemfelder/ Schlussfolgerungen

Anforderungen an mineralische Dichtungsmaterialien

Für den Deponiebau sind die Anforderungen an mineralische Abdichtungsmaterialien in der Deponieverordnung (2002) festgelegt. Danach wird gefordert:

- *Für Basisabdichtungssysteme:*
 $d \geq 0,5 \text{ m}$, mindestens zweilagig
 $k \leq 5 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$
- *Für Oberflächenabdichtungssysteme:*
 $d \geq 0,5 \text{ m}$, mindestens zweilagig
 $DK \text{ I und DK II}$ $k \leq 5 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$
 $DK \text{ III}$ $k \leq 5 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$

Der k -Wert ist bei $i=30$ (Laborwert) einzuhalten. Materialzusammensetzung und Einbautechnik sind so zu wählen, dass die Gefahr einer Trockenrissbildung minimiert wird.

Durch ausreichende Gefälle, mechanischer Stabilität und langfristiger Beständigkeit sollen die Systemfunktionen gesichert werden.

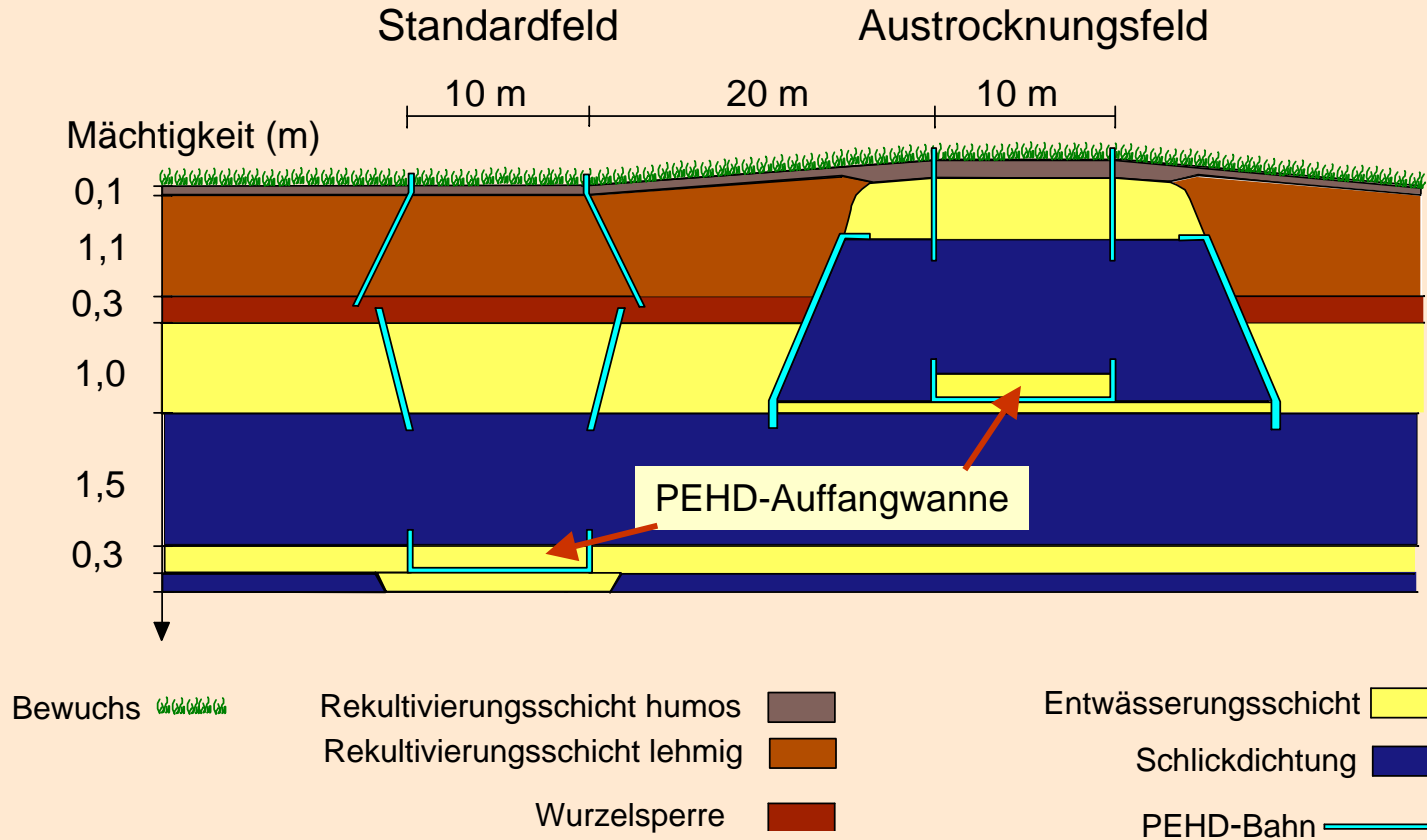
Für Dichtungen außerhalb von Deponien ergeben sich die Anforderungen aus dem Einsatzbereich.

Hintergrund und Zielsetzung der Feldversuche in HH-Francop

- Der als mineralische Dichtung verwendete Schlick weicht in seinen Materialeigenschaften erheblich von den Regelwerken ab.
- Geringe Lagerungsdichte und hohe Ausgangsfeuchten bedingen eine hohe Schrumpffährdung.
- Aus Laborversuchen und von anderen Feldversuchen konnte das Systemverhalten nicht sicher vorhergesagt werden.
- Feldversuche mit folgenden Hauptziele :
 1. Quantifizierung der Durchsickerung einer Dichtung aus METHA-Schlick
 2. Erfassung dichtungsinterner Prozesse
 3. Erfassung des Wasserhaushalts zur Beurteilung der Wirksamkeit des Gesamtsystems.

Bau der Versuchsfelder

Querschnitt durch die Versuchsfläche



Materialeigenschaften Versuchsfeld FS

	Rekultivierungsschicht		Wurzelsperre	Entwässerungsschicht	Schlickdichtung
	Oberboden	Unterboden			
Mächtigkeit (m)	0,1	1,1	0,3	1,0	1,5
Bodenart	SI3	SI4	SI4	mSfs	UIs
Ton (Gew.%)	9	16	16	0	12
Schluff (Gew.%)	13	22	19	0	62
C _{organisch} (Gew.%)	6,2	0,2	0,2	0,3	4,4
Trockendichte (g/cm ³)	1,05	1,78	1,82	1,58	0,89
Porenvolumen (Vol.%)	62	33	32	40	65
Wassergehalt (Vol.%)	38	23	25	11	58
Sättigungszahl	0,62	0,72	0,77	0,27	0,89
Wasserleitfähigkeit (m/s)	1×10^{-4}	7×10^{-9}	$2,5 \times 10^{-10}$	$0,5 - 1 \times 10^{-4}$	$1-2 \times 10^{-9}$

Messprogramm

Messung der Abflüsse

- auf der Oberfläche
- auf der Wurzelsperre
- in der Entwässerungsschicht
- unter der Dichtung

Bodenhydrologische Messungen:

- Wassergehalt, hydraulisches Potential, Gasdruck, Bodentemperatur

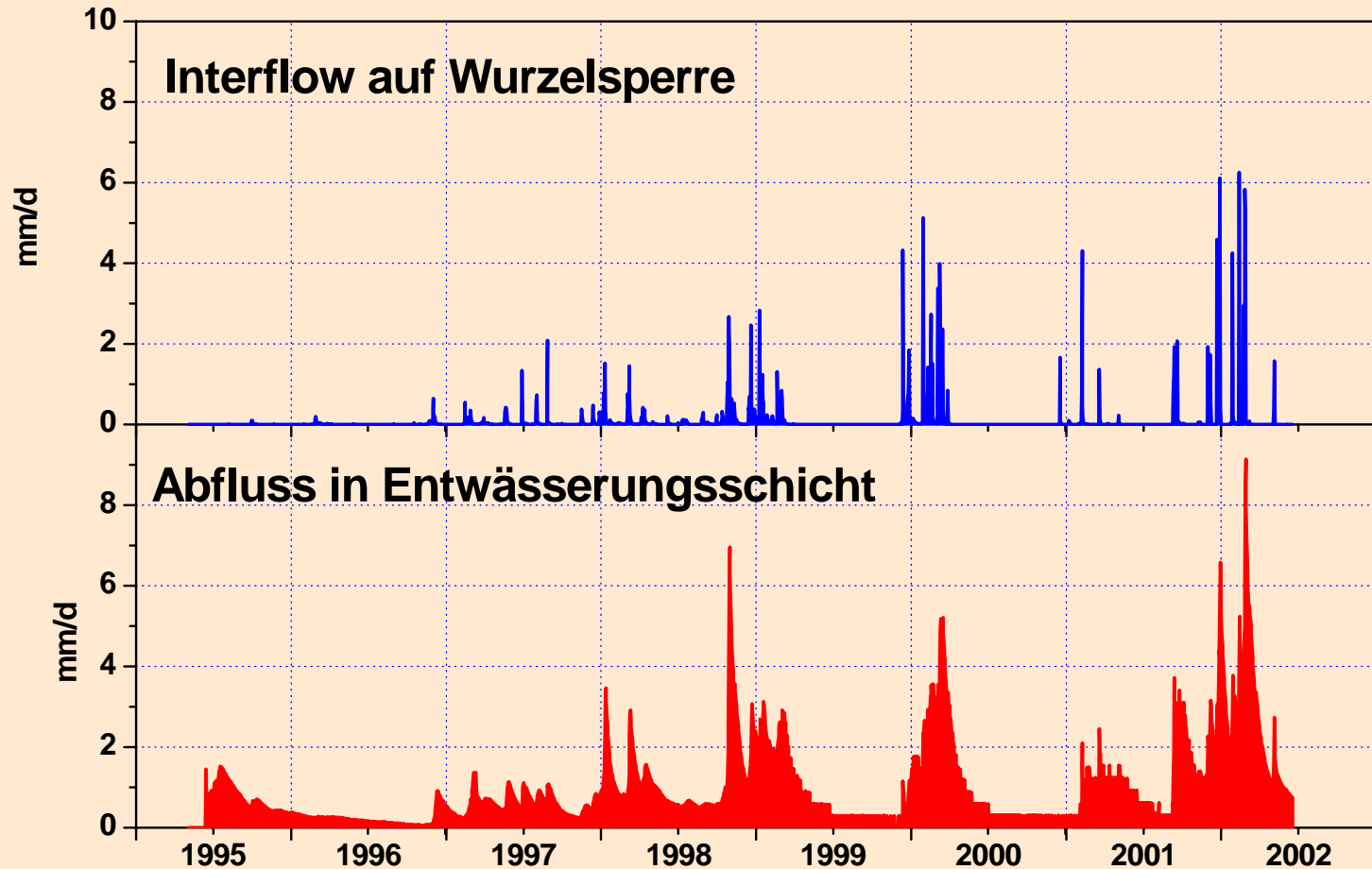
Meteorologische Messungen

Setzungsmessungen

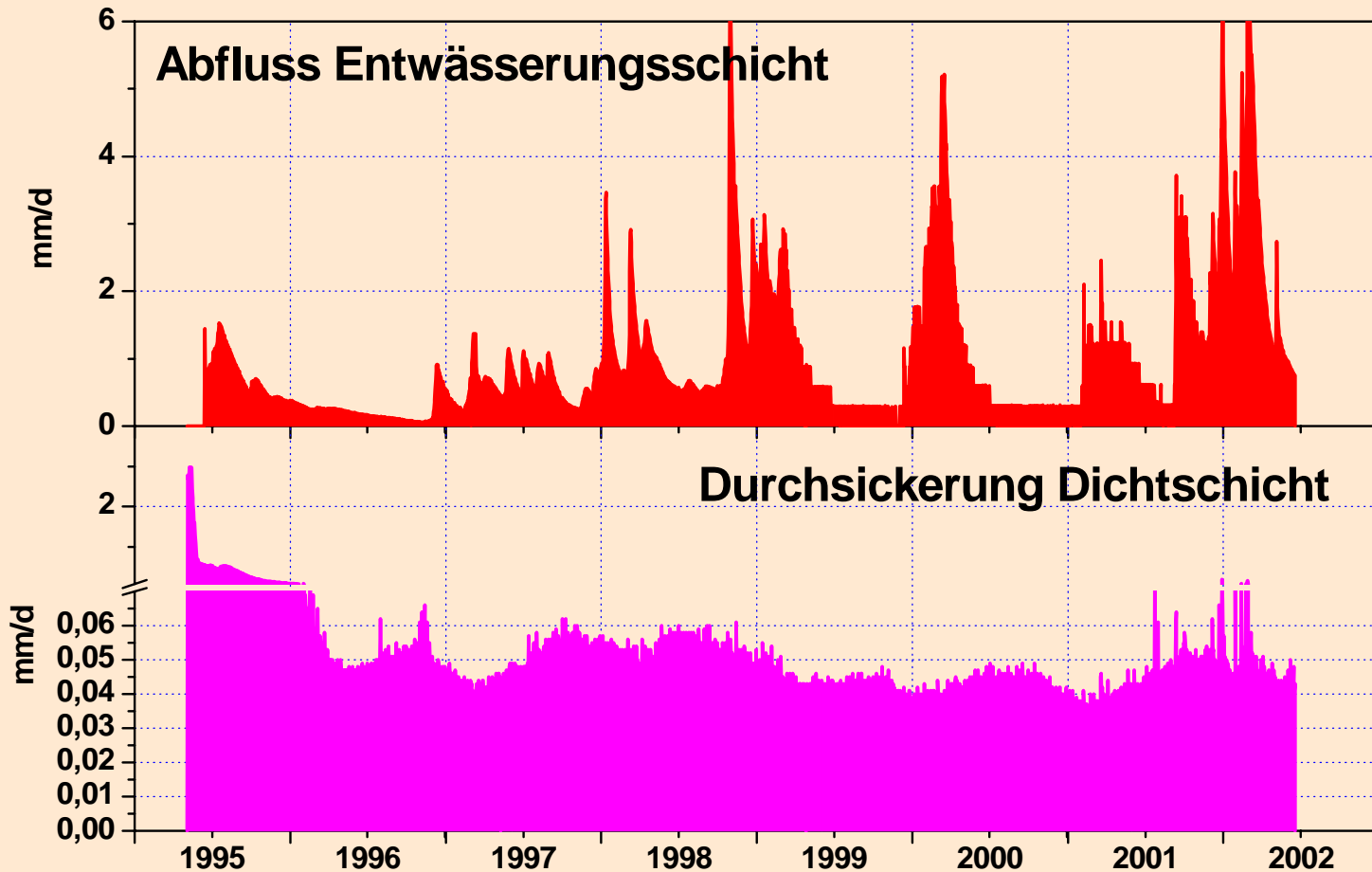
Probenahmen



Ergebnisse: Interflow und Dränschichtabfluss Versuchsfeld FS



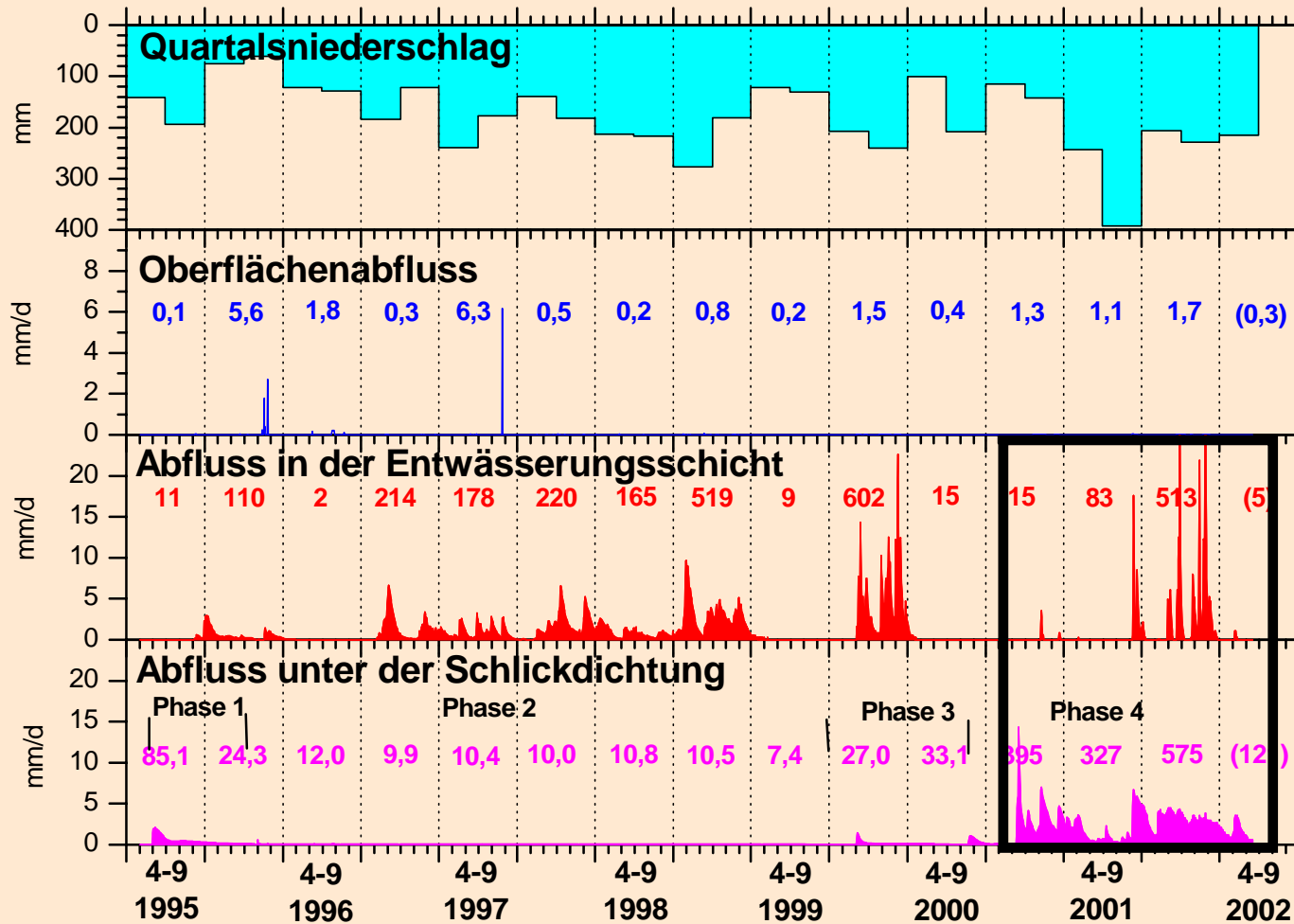
Ergebnisse: Durchsickerung Dichtschicht Versuchsfeld FS



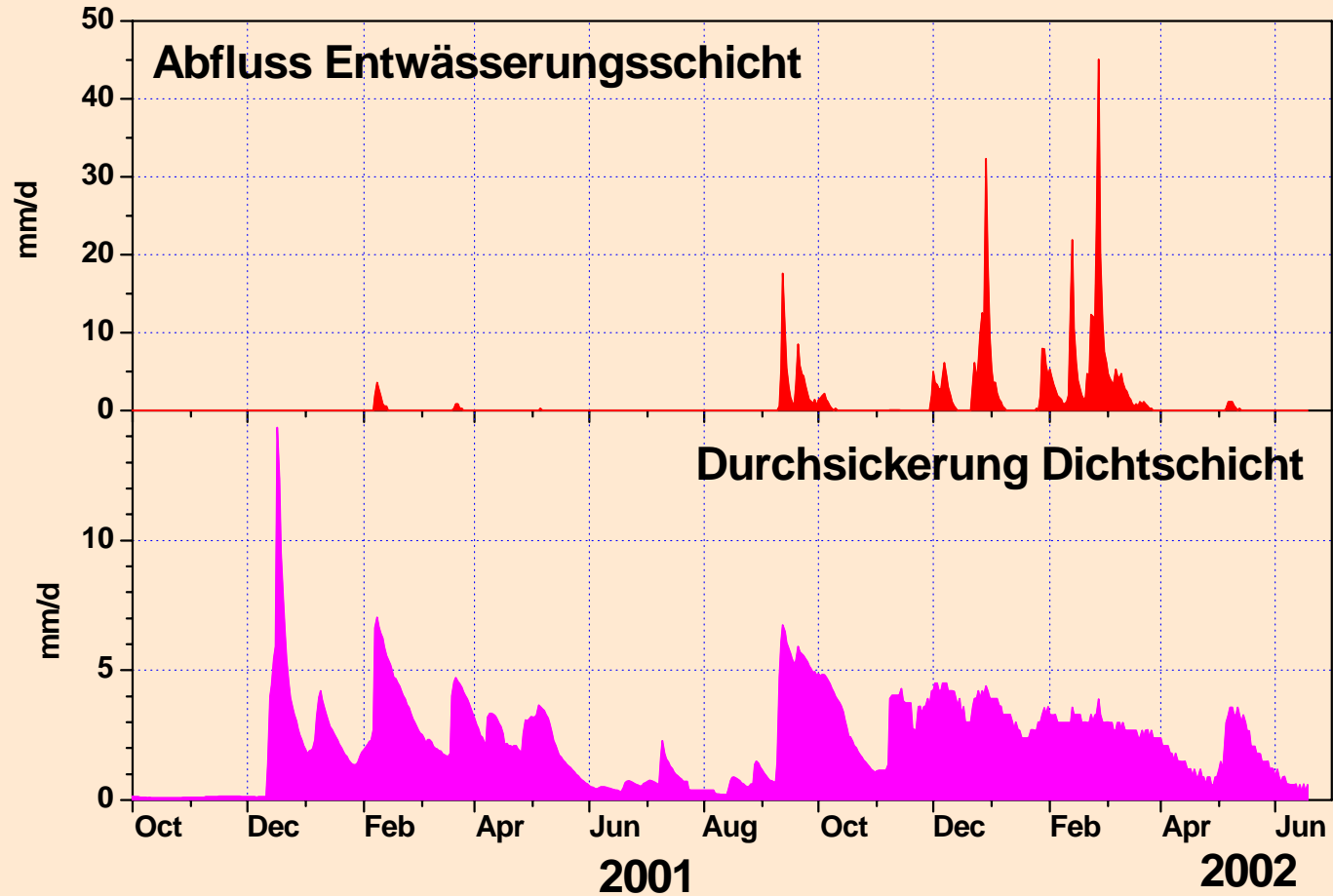
Ergebnisse: Wasserbilanz Versuchsfeld FS

Jahressummen	1996 (mm)	1997 (mm)	1998 (mm)	1999 (mm)	2000 (mm)	2001 (mm)	2002** (mm)
Niederschlag [] = DWD *1.2	564	855	1113	737 [691]	[822]	[1182]	[480]
Oberflächenabfluss	28	9	4	2	2	3	2
Abfluss auf Wurzelsperre	4	17	41	29	43	41	32
Abfluss Entwässerungsschicht	81	217	456	282	368	429	453
Abfluss unter Dichtung	19	18	18	15	15	16	8
Gesamtabfluss	132	261	519	328	428	489	496
pot. Verdunstung (n. Haude)	527	585	477	658	585	531	257
akt. Verdunstung (aus Wasserbilanz)	512	460	507	ca. 410	ca. 390	ca. 510	ca. 165
Wassergehaltsänderung	-80	134	86	ca. 0	ca. 0	ca. 180	ca.-180
Gesamtoutput	644	721	1027	ca. 740	ca. 820	ca. 1000	ca. 660

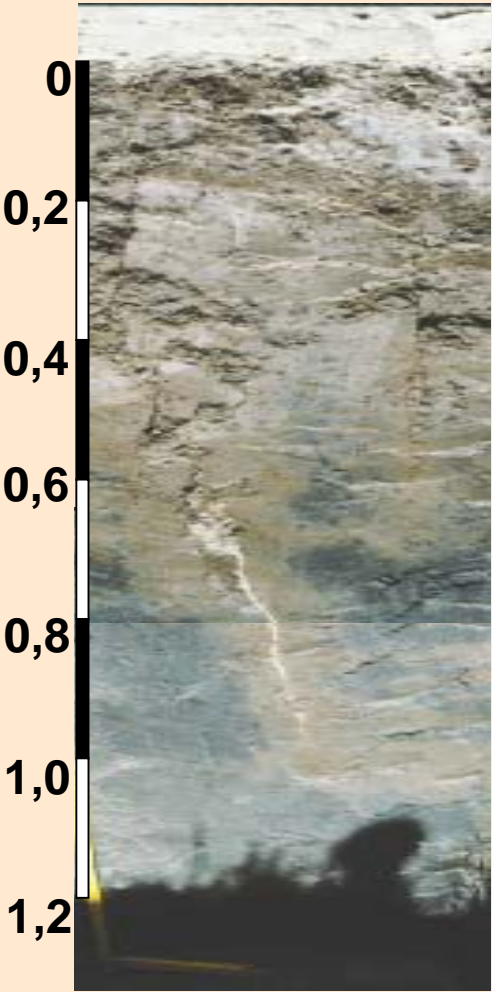
Ergebnisse: Abflüsse Versuchsfeld FA



Ergebnisse: Durchsickerung Dichtschicht Versuchsfeld FA



Ergebnisse: Aufgrabung Dichtschicht FA



Schlussfolgerungen zur Verwendung als Dichtungsmaterial

- Mit einer dreilagig und unter baustellenpraktischen Bedingungen hergestellten Dichtung aus technisch aufbereitetem Hafenschlick kann eine Dichtung mit konstant hoher Funktionsfähigkeit (15 - 18 mm/a entsprechend $k = 4 \times 10^{-10}$ m/s) hergestellt werden.
- Die mineralische Dichtschicht erfüllt ihre Funktion nur in Kombination mit den übrigen Komponenten des Dichtungssystems:
- Bei FS zeigte sich, dass die relativ geringe Wasserleitfähigkeit der Entwässerungsschicht und die hohe Mächtigkeit als ein erheblicher Vorteil für den Erhalt der Gesamtfunktion anzusehen sind.
- Auch durch die Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht wird die Gefahr der Durchwurzelung der Dichtung verringert, allerdings war die untersuchte Schicht deutlich zu stark verdichtet.

Schlussfolgerungen zur Verwendung als Dichtungsmaterial

- Die starke Rissanfälligkeit von Schlick als Dichtschichtmaterial konnte mit dem Versuchsfeld FA demonstriert werden.

Im Vergleich zu den Regelwerken ergibt sich:

- Die Laborwerte der Durchlässigkeit können nur für DK I und II erreicht werden.
- Der Anteil an organischer Substanz des Materials (im Mittel 11 %, Faktor 2,2 über TASI - Anforderungen) bedeutet keine Einschränkung der Funktionsfähigkeit.
- Der Mindestgehalt an Feinstkorn ($< 2 \mu\text{m}$) kann erfüllt werden.

Damit besteht die Möglichkeit, aufbereitetes Baggergut als Abdichtungsmaterial im Deponiebau einzusetzen.

Der Einsatz außerhalb des Deponiebaus ist möglich, soweit der Rissanfälligkeit konstruktiv begegnet wird.

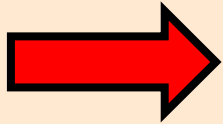
Verwendung als Bodenmaterial: Rahmenbedingungen

Bei Verwendung von Baggergut als Bodenmaterial sind v.a. die Bestimmungen des Abfall-, Wasserhaushalts- und Bodenschutzrechts zu berücksichtigen.

Im Sinne des Abfallrechts ist eine Verwendung als Boden eine Verwertung, die möglich ist, wenn das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird, insbesondere

- die Gesundheit des Menschen nicht gefährdet,
- Nutztiere, Vögel, Fische und Wild nicht gefährdet und
- Gewässer, Boden und Nutzpflanzen nicht schädlich beeinflusst werden.

Außerdem ist eine technische Machbarkeit, eine Angemessenheit der Mehrkosten und ein Bedarf Voraussetzung.



Bereits im Abfallrecht wird auf die Berücksichtigung der Vorgaben des WHG und BBodSchG verwiesen

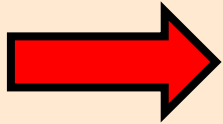
Verwendung als Bodenmaterial: LAGA - TR 20

Die TR 20 konkretisiert die Vorgaben an die Verwendung von mineralischen Reststoffen, indem sie

- orientierende Zuordnungswerte und zugehörige Einbauklassen definiert,
- ein Verdünnungsverbot ausspricht.

Hinsichtlich der mineralischen Reststoffe werden unterschieden:

- Mineralische Reststoffe und Abfälle aus dem Baubereich, Altlasten und Schadensfällen
- Schlacken und Aschen aus thermischen Abfallbehandlungsanlagen
- Mineralische Reststoffe/Abfälle aus Gießereien
- Aschen und Schlacken aus steinkohlebefeuernden Kraftwerken, Heizkraftwerken und Heizwerken.



Baggergut nicht aufgeführt, fällt aber am ehesten in 1. Materialgruppe

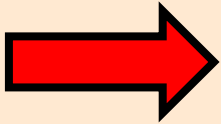
Verwendung als Bodenmaterial: Verwendungsoptionen

Drei Verwendungsoptionen sind zu unterscheiden:

- als Zuschlagstoff für den Oberboden zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und ggf. anderer Bodenfunktionen in Landwirtschaft, Garten- und Landschaftsbau (Ausgangsboden und neuer Boden nach BBodSchG, Düngemittelverordnung)
- Herstellung einer durchwurzelten Bodenschicht im Rahmen von Rekultivierungen (TR20, BBodSchG)
- Einbau unterhalb der durchwurzelten Bodenschicht (TR 20)

Verwendung als Bodenmaterial: Problemfelder

- Die Zuordnungswerte Z0, die aus dem Abfallrecht für uneingeschränkten Einbau heranzuziehen sind, decken sich nicht mit den Vorsorgewerten des Bodenschutzrechts.
- Die Eluatwerte der TR 20 berücksichtigen nicht die Spezifität von Baggergut. Die Anforderungen an Salz (Chlorid, Sulfat) sind häufig zu hoch, Anforderungen an Ammonium werden nicht gestellt.
- Im regionalen Bereich sind Öffnungsklauseln hinsichtlich des Grundwasserschutzes notwendig (Anforderungen an das Sickerwasser wie an Trinkwasser).
- Ubiquitäre Belastungen im urbanen Bereich (Zink, Kupfer!) schränken die Verwendungen von Baggergut auch bei kleinen Gewässern massiv ein.



Eine Baggergutrichtlinie wäre für den Vollzug sehr hilfreich