

Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

Dr. Stefan KRISPEL

Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Problemstellung

- Dauerhaftigkeit
- Ablösen der Anstrichsysteme



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Aufgabenstellung / Zieldefinition

- Materialentwicklung
- Herstellungsverfahren
 - ➡ Tunnelauskleidung OHNE übliche Anstrichsysteme
- Erhöhung der Dauerhaftigkeit
- Instandsetzungsintervalle
 - ➡ Kostenreduktion und Verminderung des Unfallrisikos

Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Durchführung des Forschungsvorhabens

- Teil I – Materialauswahl und Vorversuche

Beurteilung Ausgangsstoffe, robuste Zusammensetzung,
Beständigkeit, Hellbezugswert, Reinigungsfähigkeit

- Teil II – Praxisumsetzung

Maschinentechnische Entwicklung, Einsatz industrieller
Applikationsgerätschaften, Beurteilung am Versuchstunnel

Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Untersuchungsprogramm

- Bestimmung der Materialkennwerte
 - o Gesteinskörnungs- und Bindemittelanalysen
- Bestimmung der Frisch- und Festbetonkennwerte
- Spritzversuche
- Beurteilung der Anwendbarkeit und Reproduzierbarkeit

Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Untersuchte Zusammensetzungen (Spritzversuche)

- Spritzbeton GK1
- Spritzbeton GK2
- Spritzbeton GK3
- Spritzbeton GK5
- Spritzbeton GK2 optimiert

fi Bei gutem Verhalten → Laboruntersuchungen

Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Spritzversuch - Beurteilungsschema

Anforderung	Ergebnis	Bemerkungen
Auftragfähigkeit, Erzielung eines homogenen, dichten Spritzbetongefüges und einer geschlossenen Oberfläche	Gegeben	Vorhandene Witterung: Heiter bis bedeckt, Temperatur 10 Uhr: 13 ° C Temperatur 12 Uhr: 16 ° C Temperatur Bauwerkoberfläche bei Auftrag: 11,7 ° C
Auftrag in einer Lage	Möglich ²⁾	Schichtstärke 1,5 cm;
Förderung des Mischgutes – Einfluss auf Verschleiß der Pumpgerätschaften	keine negativen Auswirkungen vorhanden	Verwendetes Gerät: Mai 200 mit Reprofilierdüse
Abziehbarkeit des aufgetragenen Spritzbetons am Bauwerk	Gut	Oberfläche gleichmäßig und geschlossen herstellbar
Glättfähigkeit des aufgetragenen Spritzbetons am Bauwerk	Gut	Oberfläche gleichmäßig geschlossen und glatt herstellbar ¹⁾

1) Nachglätten etwa 1,5 Stunden nach Auftrag möglich, keine Rissbildung beim Glätten (letzte Unebenheiten gut entfernbar)

2) Keine ausgeprägten Verdrückungen feststellbar



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Laboruntersuchungen (Auszug)

- Bestimmung der Verarbeitbarkeit mittels Betonrheometer
- Bestimmung der Festigkeitsentwicklung
- Bestimmung des Schwindens (Referenzbestimmung und Simulation unter Tunnelbedingungen)
- Bestimmung des Schwindens am Schwindring
- Bestimmung der Stabilität (Wasserumlagerung) mit dem Druckpresstopf
- Dauerhaftigkeitsuntersuchungen

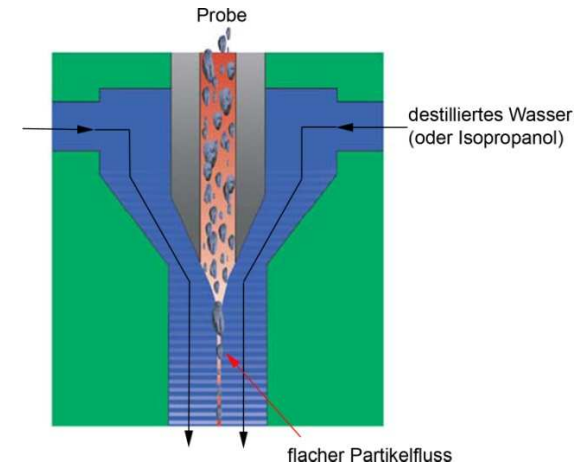
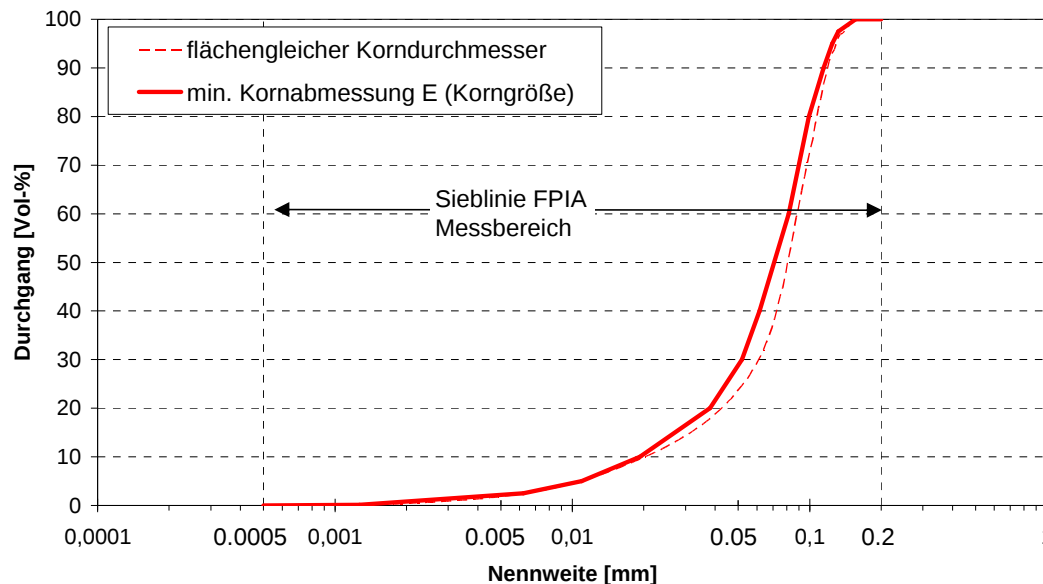
Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

f Gesteinskörnung

- Mittlerer Kornindex: $\leq 1,5$
- Mittlere Rauigkeit: $\leq 1,05$

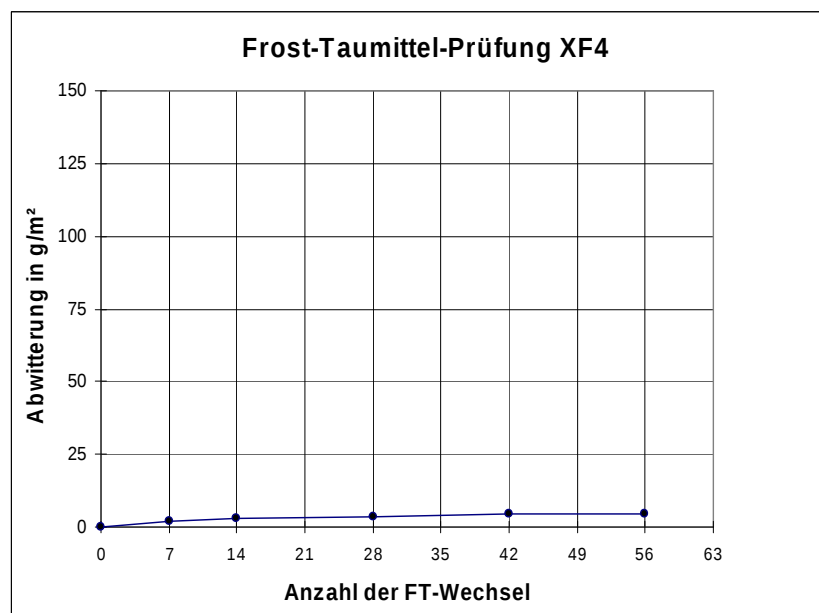
FPIA Kornanalyse, Siebanteil $\leq 0,09$ mm
Siebanteil $> 0,09$ mm: 10%

Sandmischung GK2 Opt,



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

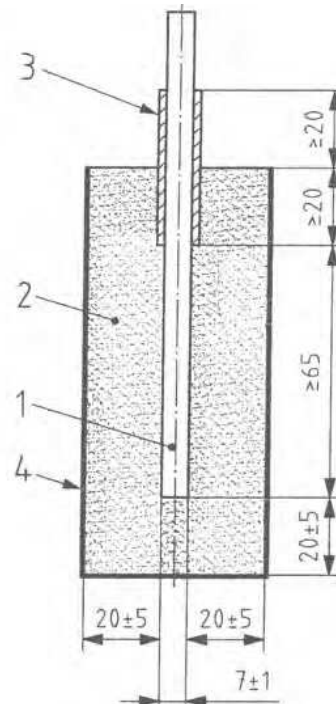
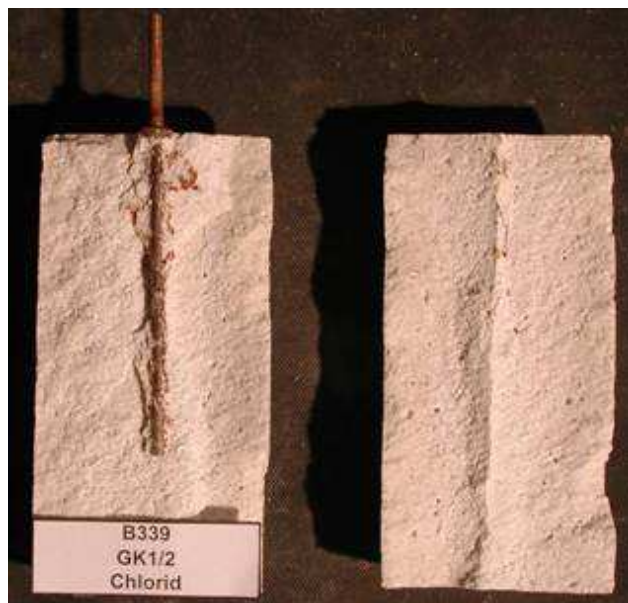
fi Gleichwertige Beständigkeit für die Frostklasse XF4



Prüf beton GK2 optimiert

Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Beurteilung der Chloriddiffusion



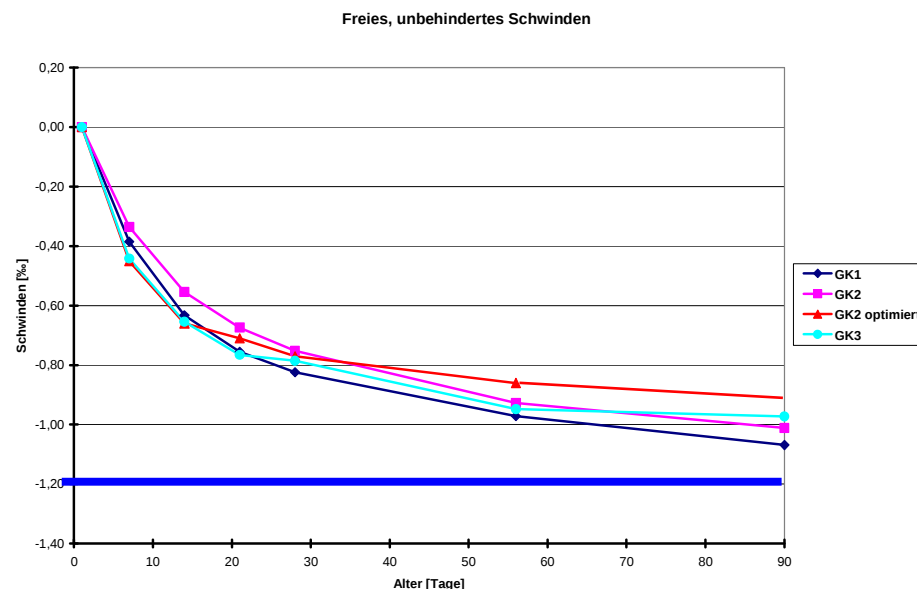
Legende:

- 1 Arbeitselektrode
- 2 Mörtel / Beton
- 3 Beschichtung (z.B. Epoxidharz)
- 4 Schalung (z.B. Kunststoff)

Gleichwertig zu Mörtel/Beton mit W/B-Wert 0,50 – 0,55

Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

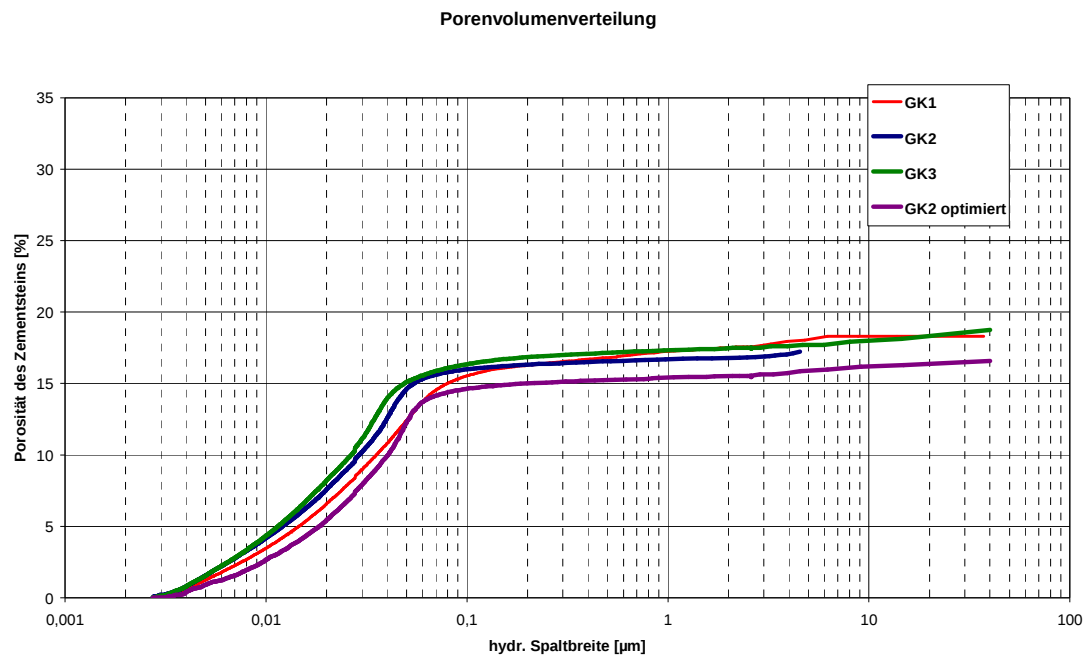
f Schwinden



Nach 90 Tagen $\leq 1,2$ mm/m

Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Porenstrukturbestimmung

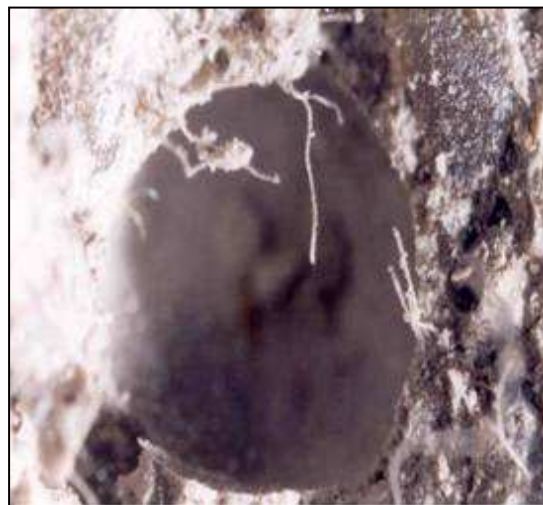


Spritzbeton	Wassereindringtiefe [mm]	
	EW	MW
GK1	3,6; 3,8; 3,5; 4,1	4
GK2	4,3; 4,3; 4,8; 3,6	4
GK3	0,5; 1,1; 0,8; 1,2	1
GK2 optimiert	3,8; 3,0; 2,5; 3,0	3

Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

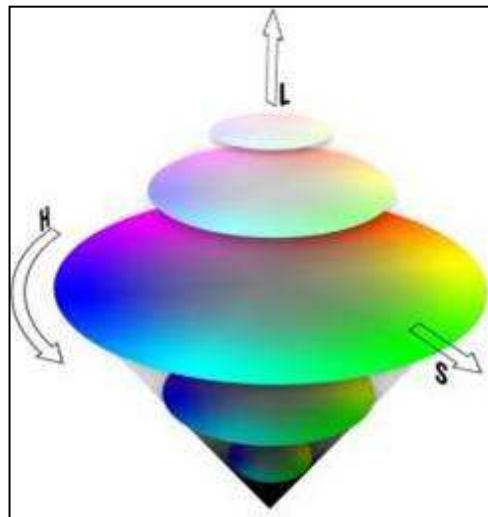
fi Bestimmung des Fasergehaltes

- PP-Faser zur Erhöhung der brandschutztechnischen Eigenschaften
- Anforderung an Wiederfindung und Faserverteilung



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Beurteilung ausgewählter Parameter der Oberfläche



HSL-Farbraum
(Farbton, Sättigung und Helligkeit)



Bestimmung des Hellbezugswertes
mittels tragbarem Messgerät

Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Helligkeitsuntersuchungen

- Platten geschliffen
- Platten geschliffen und poliert
- Platten geschliffen und imprägniert/hydrophobiert
- Platten geschliffen, poliert und imprägniert/hydrophobiert
- Zustand trocken, nass und jeweils nach 3 Verschmutzungs- und Reinigungszyklen



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Beurteilung ausgewählter Parameter der Oberfläche



Herstellung der künstlichen
Verschmutzung



Reinigung der Probekörper



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Beurteilung ausgewählter Parameter der Oberfläche



Abnahmezustand



3-mal verschmutzt und 3-mal gereinigt

Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Praxisumsetzung am Versuchstunnel

- Beurteilung der Anwendbarkeit der ausgewählten Spritzbetonzusammensetzungen
- Feststellung der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse vor Ort unter Einsatz von maschinellen Applikationsgerätschaften.

Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Praxisumsetzung



Versuchstunnel



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Erstanwendung - Ziele

- Praktische Beurteilung
- Anwendung unter Verkehr
- Harscher Angriff – hohe Belastung
 - o Taumiteinsatz
 - o Frost
 - o Feuchtigkeit



Mid-Term-Konferenz
Conferenza intermedia
Bolzano / Bozen, 22.02.2013

iBBT
(ID 5273-172)

Pavimentazione, rivestimenti
e illuminazione innovativi per
gallerie

Innovative Beläge
und Beleuchtung für Tunnel

Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Erstanwendung 1

- Tunnel Zigeunerbrücke / Gesäuse
- Länge 732 m, Seehöhe 610 m
- Abschnittsweise appliziert, Portalbereich



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Erstanwendung 2

- Tunnel Ratzengraben, Glattjochstraße / Donnersbach
- Länge 124 m, Seehöhe ~ 950 m
- Komplet appliziert



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Erstanwendung 1 – Tunnel Zigeunerbrücke



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Erstanwendung 1 – Tunnel Zigeunerbrücke



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Erstanwendung 1 – Tunnel Zigeunerbrücke



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Erstanwendung 1 – Tunnel Zigeunerbrücke



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Erstanwendung 1



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Erstanwendung 1



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Erstanwendung 1



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Erstanwendung 1



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Erstanwendung 2



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Erstanwendung 2



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Erstanwendung 2



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Ist-Stand / Erstanwendung 1



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Ist-Stand / Erstanwendung 1



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Ist-Stand / Erstanwendung 1



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Ist-Stand / Erstanwendung 1



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Ist-Stand / Erstanwendung 1



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Ist-Stand / Erstanwendung 2



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Ist-Stand / Erstanwendung 2



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Ist-Stand / Erstanwendung 2





Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel

fi Zusammenfassung

- Einhaltung der lichttechnischen Kennwerte
- Dauerhaftigkeit / Beständigkeit
- Wiederherstellung des ursprünglichen Abnahmezustandes durch einfaches Nachschleifen
- Kostenreduktion und Verminderung des Unfallrisikos



Tunnelauskleidung aus geschliffenem weißen Spritzmörtel



Danke für Ihre
Aufmerksamkeit !