

# universität innsbruck



**iBBT Abschlusskonferenz (Bozen, 12.09.2014)**

**Materialauswahl für die Musterflächen im Tunnel Rattenberg**

Gegründet im Jahr 1669, ist die Universität Innsbruck heute mit mehr als 28.000 Studierenden und über 4.000 Mitarbeitenden die größte und wichtigste Forschungs- und Bildungseinrichtung in Westösterreich. **Alle weiteren Informationen finden Sie im Internet unter: [www.uibk.ac.at](http://www.uibk.ac.at).**



## Inhalt

### Materialauswahl für die Musterflächen im Tunnel Rattenberg

1. Örtlichkeiten des Tunnels
2. Versuchsablauf und Prüfplan
3. Materialauswahl
4. Leuchtdichtemessungen im Tunnel
5. Impressionen



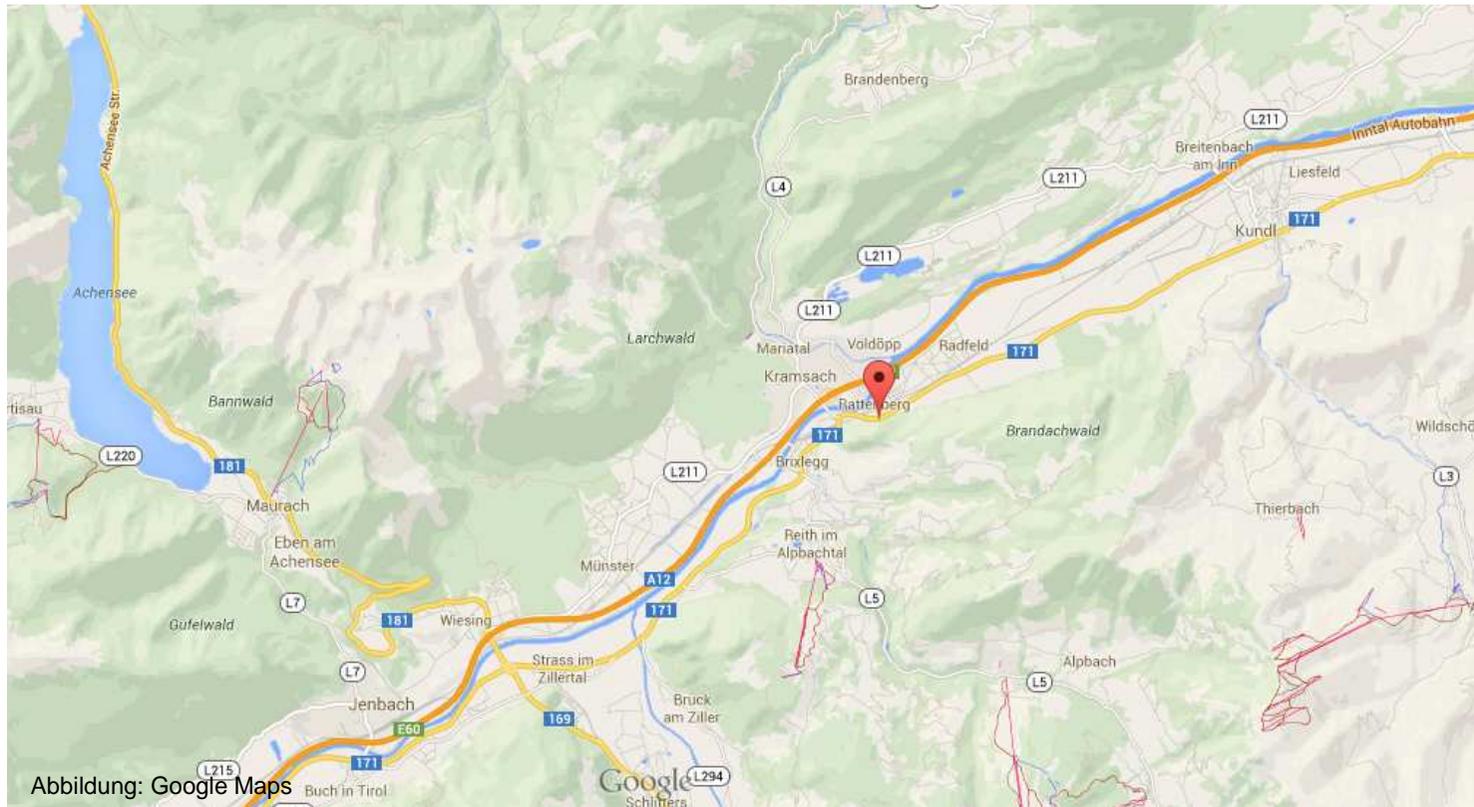
# Tunnel Rattenberg



Abbildung: Google Maps



# Tunnel Rattenberg





## Tunnel Rattenberg

### Lage:

Tiroler Straße, Landesstraße B 171 km 30,59

Ortsumfahrung des historischen Orts Rattenberg





## Tunnel Rattenberg

### Daten:

Verkehrsfreigabe 1996

Länge 624 m, 54 Blöcke

Breite 7,5 m

Gegenverkerstunnel

Verkehrsbelastung 14000 Kfz/24h

Belag: Bituminöser Belag

Beleuchtung: Natrium Hochdruckdampf lampen

Beschichtung: Icosit Epoxy Emulsion TU



## Ziel: Testen verschiedener Beschichtungssysteme

### Versuchsablauf:

- 7 Testblöcke á 12 m
- Zufallsvergabe der Blöcke an die einzelnen Systeme
- Ersten zwei Blöcke nicht verwendet (Technikraum)



Abbildung: Landesbaudirektion Tirol



## Ziel: Testen verschiedener Beschichtungssysteme

1996	Aufbringen der bestehenden Beschichtung
24.07.2012	Leuchtdichtereferenzmessung
Sept. 2013	Aufbringen der Beschichtungssysteme und Reinigung des restlichen Tunnels
23.04.2014	Leuchtdichtemessung
28.04.2014	Tunnelreinigung
08.05.2014	Leuchtdichtemessung
2015	<i>Weiterlaufende Messung und Überwachung</i>



## Beschichtung – Auswahlkriterien

### Anforderungen:

- gute Haftung auf dem Untergrund
- einfache Reinigung
- hohe Abriebs- und Kratzfestigkeit (geringe Einritzbarkeit)
- keine Spiegelungseffekte durch Sprühfahnenbildung oder Feuchtigkeit



Abbildung: Fa. Sto AG  
Produkt „StoPox WL 50“



## Beschichtung – Auswahlkriterien

derzeitige standard Beschichtungen:

- Beschichtungen auf Epoxidharzbasis
- Keramikpaneele



## Beschichtung – Auswahlkriterien

### Problempunkte:

- Haftung der Beschichtung an der Tunnellaibung
  - unterschiedlichen Betonmischungen der Tunnelinnenschalen
  - Salzeintrag
  - Verschmutzung
- verminderte Reflexionswirkung



Abbildung: ASFINAG  
Typische Mängel an Oberflächen von Tunnelinnenschalen



## Beschichtung – Auswahlkriterien

### Verstärkung des „Lotuseffekt“

- Ziel: Verringerung der Haftung von Schmutzpartikeln auf Oberflächen
- 2 Lösungsansätze:
  - Veränderung der Oberflächenspannung
  - Veränderung der Oberflächenstruktur
- Nanoversiegelung: geringere Benetzbarkeit der Oberfläche durch spezielle chemisch-physikalischen Struktur der Oberfläche



## Beschichtung – Auswahlkriterien

- Abreißfestigkeit
- Wasserdampfdurchlässigkeit
- CO<sub>2</sub> Durchlässigkeit
- Salzbeständigkeit
- Helligkeit
- Herstellungskosten [€/m<sup>2</sup>]
- Aufwand für Einbau / Auftrag
- Wartungsintensität



Abbildung: Saasertunnel (CH)



## Prüfplan

### Nach der Untergrundvorbereitung:

- Abreißfestigkeit der gestrahlten Oberfläche
- Rauigkeit der gestrahlten Oberfläche
- Bohrmehlprobe in drei Tiefenstufen zu 1,5 cm als Rückstellprobe zur Chloridbestimmung



## Prüfplan

**Während der Verarbeitung** (3x tägl.; Beginn, während und Ende der Arbeiten)▪

- Relative Luftfeuchte
- Lufttemperatur
- Bauwerkstemperatur
- Taupunkt
- Betonfeuchte
- Herstellung von drei Stück Musterflächen
- Rückstellproben aller Produkte



## Prüfplan

### An der fertigen Oberfläche:

- Haftzugfestigkeit Anstrichsystem
- Schichtdicke Spachtelung
- Schichtdicke Anstrich
- Helligkeitswert LRV gem. BS8493



## Aufbau der Musterflächen

- Alle Blöcke sind zur Hälfte (6,0 m) bis zu einer Höhe von 4,0 m mit dem Oberflächenschutz der Fa. Nanopool Naturstein A1-4 (Liquid Glas) ausgestattet worden.
- Alle Musterflächen wurden im Farbton RAL 9010 Reinweiß hergestellt

Untergrundvorbereitung für alle 7 Versuchsblöcke:

0,0 m – 2,0 m: UG04

2,0 m – 4,0 m: UG03



## Materialien und Firmen

- AM-Tunnel2K,  
(2 Komponenten Polysiloxan-Epoxidharz)
- Emcephob HPC  
(wässrige, 2 Komponenten Polymer-Kombination)
- Mapecoat SE TT  
(transparenter 2 Komponenten Siloxan-Epoxidharz)
- Kapycosat E+  
(2 Komponenten Epoxidharz)
- SikaGard 287T  
(2 Komponenten Reinepoxidharz)
- Vibacoat Aquapo TU V36  
(2 Komponenten Epoxidharz)
- Agropox TU GLF  
(2 Komponenten Epoxidharz)



Reihung der Testbereiche von  
Innen nach Außen



## Leuchtdichte bezogen auf die Fahrbahnleuchtdichte

Bild Nr.	Länge [m]	Blocknummer	Messung 2012	Messung 2014
2	12	54	101,00 cd/m <sup>2</sup>	102,00 cd/m <sup>2</sup>
	24	53		
3	36	52	13,30 cd/m <sup>2</sup>	
	48	51		
	60	50		
	72	49		52,70 cd/m <sup>2</sup>
4	84	48		
	96	47	6,40 cd/m <sup>2</sup>	
5	108	46		
	120	45		19,50 cd/m <sup>2</sup>
	132	44		
	144	43		16,00 cd/m <sup>2</sup>
	156	42		
6	168	41	3,30 cd/m <sup>2</sup>	12,00 cd/m <sup>2</sup>
	180	40		
	192	39		10,30 cd/m <sup>2</sup>
	204	38		
	216	37		6,60 cd/m <sup>2</sup>
	228	36		
6	240	35		2,710 cd/m <sup>2</sup>
	252	34	3,60 cd/m <sup>2</sup>	
	264	33		2,80 cd/m <sup>2</sup>
	276	32		
6	288	31		2,10 cd/m <sup>2</sup>
	300	30		

Abbildung: nach Landesbaudirektion Tirol



## Beleuchtungsstärke der Wände vor und nach der Reinigung

Beleuchtungsstärke an der rechten Wand in Fahrtrichtung (West nach Ost) [lx]			
	Vor der Reinigung	Nach der Reinigung	
Blocknummer	Mittelwert	Mittelwert	Prozentuale Steigerung [%]
53	666,7	869,7	1,30
52	630,0	813,3	1,29
51	636,7	730,0	1,15
50	367,7	383,3	1,04
49	330,0	480,0	1,45
48	208,3	210,0	1,01
47	220,0	206,7	0,94
46	176,7	203,3	1,15
35	7,6	13,7	1,80



## Ergebnisse:

- Nach erfolgter Tunnelreinigung konnten keine bemerkenswerten Unterschiede der einzelnen Blöcke festgestellt werden.
- Die mit Nanobeschichtung versehenen Bereiche zeigten eine bessere Schmutzresistenz
- Augenscheinlich war die Reinigungsfähigkeit des Blocks 52 am besten (Agropox TU GLF)
- Durch die Beschichtung konnten die Reflexionswerte aller Blöcke deutlich erhöht werden.
- Es ist keine nach Blöcken differenzierte Aussage möglich



## Impressionen

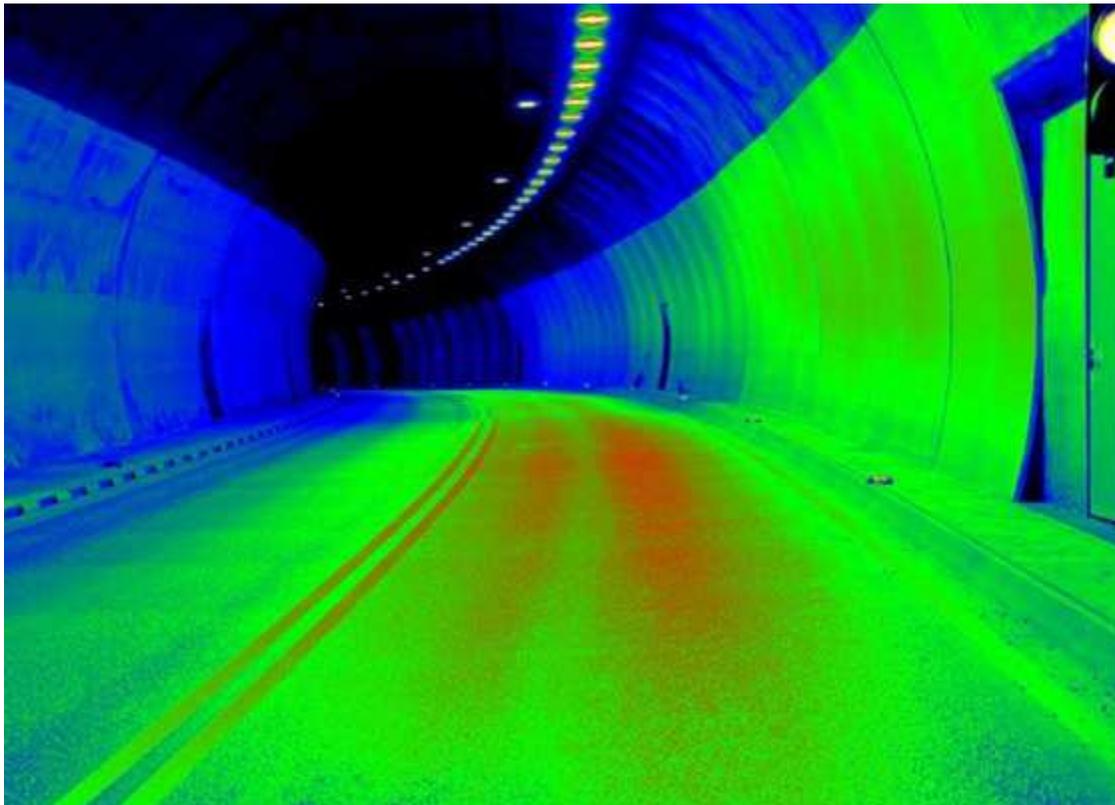


Abbildung: Landesbaudirektion Tirol



## Impressionen

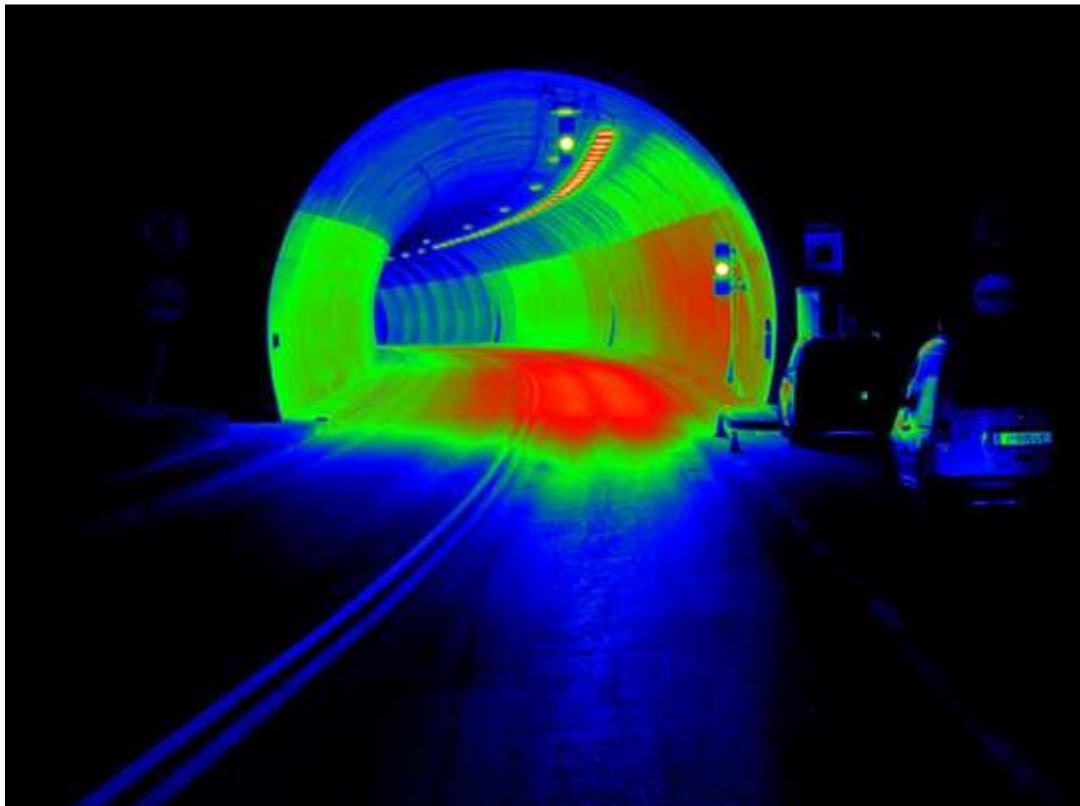


Abbildung: Landesbaudirektion Tirol



## Impressionen



Abbildung: Eigene Aufnahme



## Impressionen



Abbildung: Eigene Aufnahme



## Impressionen



Abbildung: Eigene Aufnahme



## Impressionen – VOR der Reinigung



Abbildung: Eigene Aufnahme



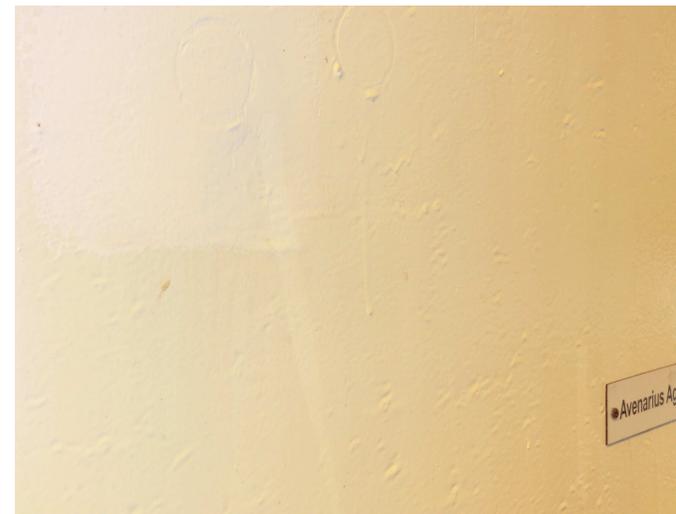
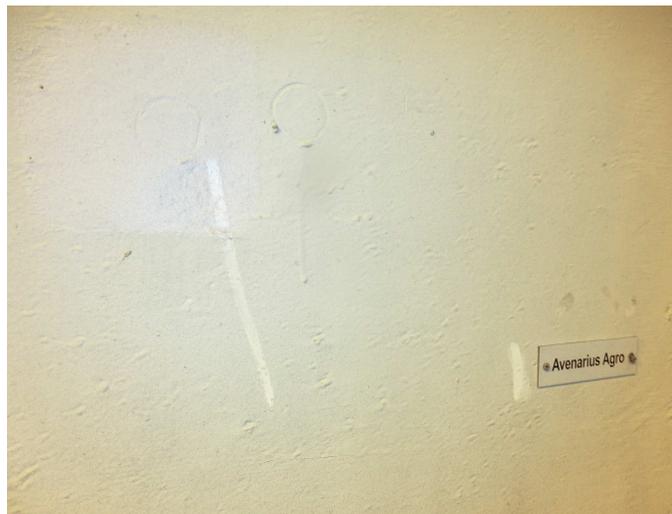
## Impressionen – NACH der Reinigung



Abbildung: Eigene Aufnahme



## Impressionen





## Impressionen





**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !**

Fakultät für technische Wissenschaften  
Institut für Infrastruktur – Arbeitsbereich Intelligente Verkehrssysteme

Univ.-Prof. DI Dr. **Markus Mailer**, Univ.-Ass. M.Sc. **Ferdinand Pospischil**,