

# universität innsbruck



AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL  
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE



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

## IBBT Mid-Term-Konferenz (Bozen, 22.2.2013)

### Aktuelle Technologien

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

### Beleuchtung, Beläge und Beschichtung → aktuelle Technologien

#### 1. Status Quo

- Anforderungen
- eingesetzte Technologien
- Problempunkte

#### 2. Neue Lösungsansätze

- Vor-/Nachteile
- Erste Erfahrungen

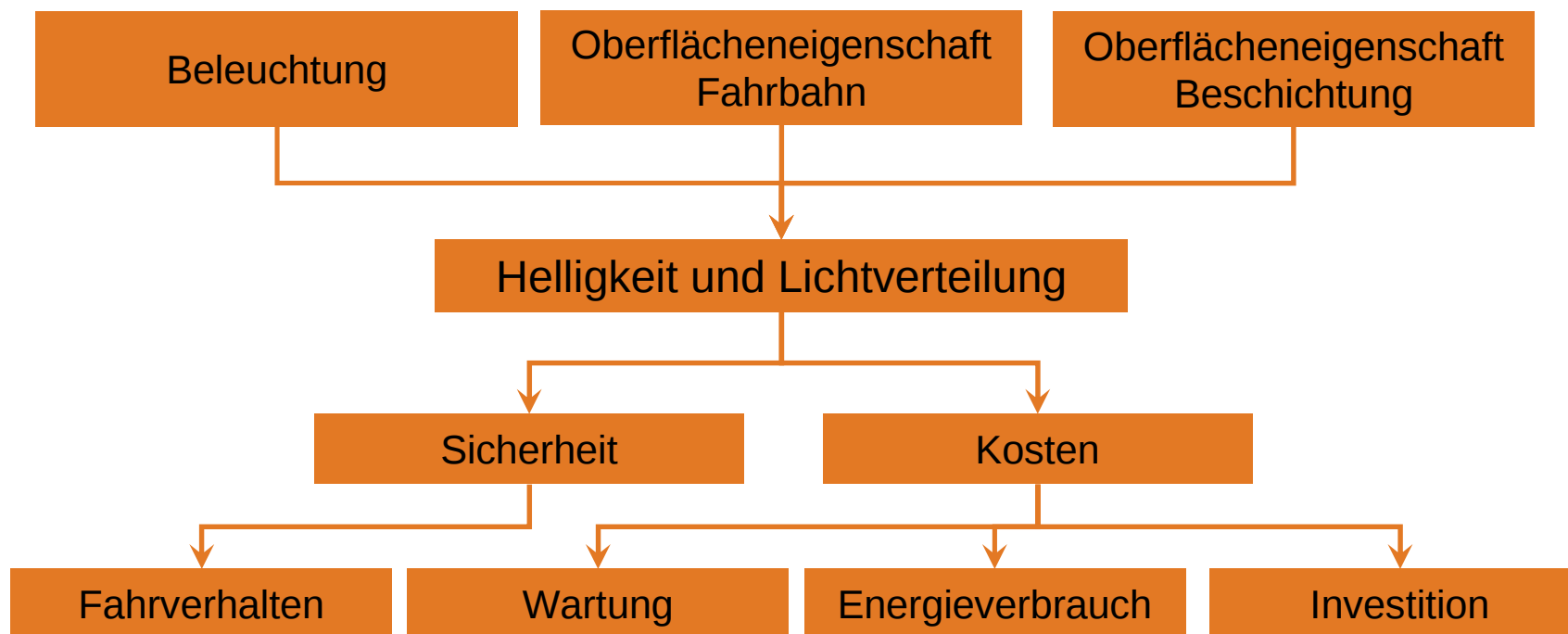
#### 3. Kriterien zur Produktauswahl

## Warum IBBT ?



Quelle: <http://www.ruhrgebiet-industriekultur.de/matenatunnel.html>

## IBBT - Projektziele



## IBBT - Projektziele

- Optimierung der Beleuchtung im Tunnel
- Reduzierung des Energieverbrauchs durch Kombination von Beleuchtungsanlage, Lampentyp und Auskleidung des Tunnels
- Dauerhaftigkeit und Umweltfreundlichkeit der Materialien

### → Handbuch für Planer, Bauleiter und Bauherren

- Beschreibung der untersuchten Systeme
- Ergebnisse der Analysen und Untersuchungen
- Informationen zum Einbau und zur Verarbeitung der Produkte

## IBBT - Arbeitspakete

- Schritt 1: Status-Quo (2012)
- Schritt 2: Entwicklung neuer Lösungen (2012/2013)
- Schritt 3: Einbau in Tunnelanlagen, Messungen (2013)
- Schritt 4: Auswertung Messergebnisse (2013/2014)
- Schritt 5: Erstellung Handbuch (2014)

## Inhaltliche Schwerpunkte des ersten Bearbeitungsschrittes

- Erhebung der relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen, Richtlinien und Normen
- Anforderungen und Probleme der gegenwärtig eingesetzten Technologien
- Recherche hinsichtlich erprobter und neu entwickelter Technologien
- Identifizierung von maßgebenden Kriterien bei der Produktauswahl
- Zusammenfassende Gegenüberstellung als Grundlage für die Erstellung einer Entscheidungshilfe

universität innsbruck



AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL  
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE



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

# BELEUCHTUNG

## Beleuchtung – Status Quo

### Anforderungen:

- 8766 Betriebsstunden / Jahr
- hohe und gleichmäßige Leuchtdichte
- geringe Blendung
- kein Flimmern
- Hindernisse sollen klar sichtbar sein
- Leiteffekt
- Einfache Wartung

## Beleuchtung – Status Quo

### derzeitiger Standard Beleuchtungstechnologien:

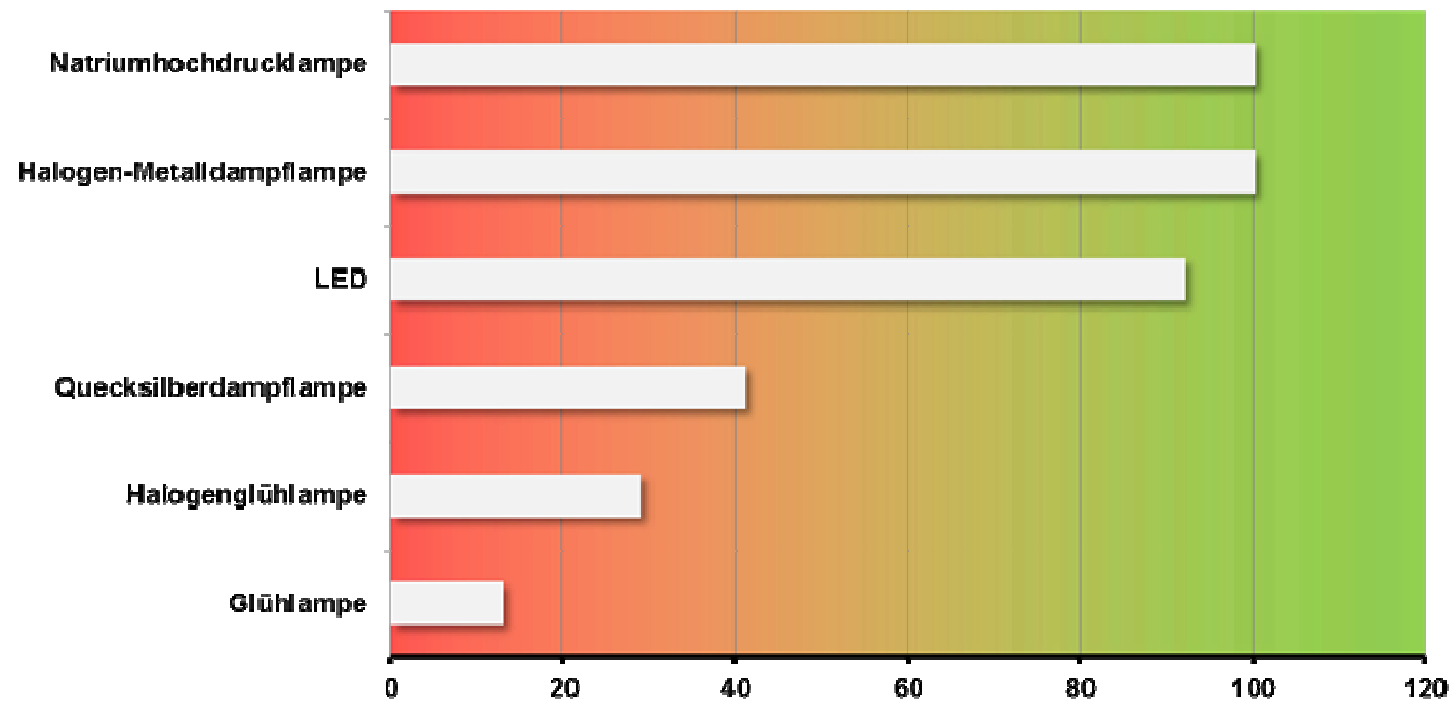
- Natriumhochdruckdampflampe (Land Tirol)
- Metallhalogendampflampen (ASFINAG)
  - bessere Lichtausbeute
  - bessere Farbwiedergabe
- Natriumniederdruckdampflampe



Abbildung: ASFINAG  
optische Linienführung (S35)

## Beleuchtung – Status Quo

durchschnittliche Lichtausbeute (Lumen/Watt)

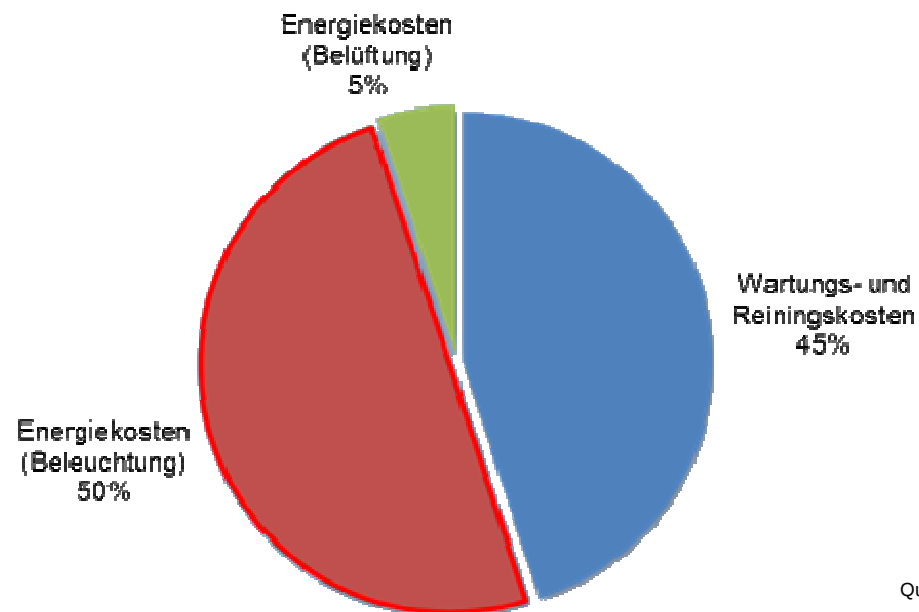


Quelle: [http://www.ebm.ch/fileadmin/Bilder/Strom\\_und\\_Netz/Stromflash/Stromflash\\_LED\\_November.pdf](http://www.ebm.ch/fileadmin/Bilder/Strom_und_Netz/Stromflash/Stromflash_LED_November.pdf)

## Beleuchtung – Status Quo

### Problempunkte:

- Energieverbrauch



Quelle: Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Straßenbau  
laufende Kosten Straßentunnel 2011

## Beleuchtung – Status Quo

### Problempunkte:

- Wartung



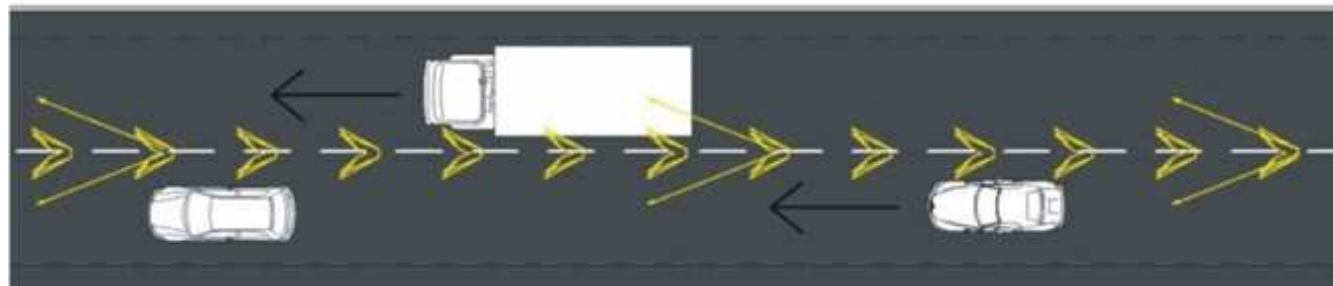
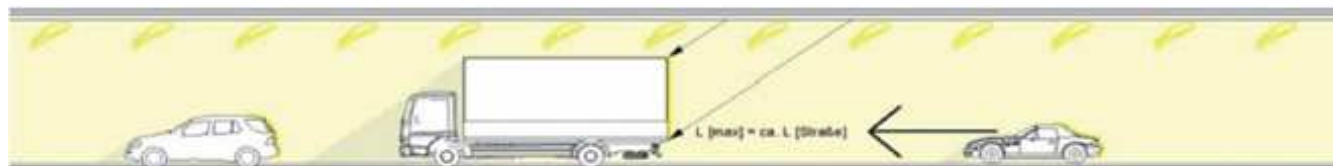
Quelle: <http://www.infranken.de/>



Quelle: <http://www.herrentunnel.de/>

## Beleuchtung – Neue Lösungsansätze

in Tunnelröhren mit Richtungsverkehr → Mitstrahlprinzip,  
seitliche Anordnung der Leuchtkörper in ca. 4m Höhe



Mitstrahlprinzipskizze (Bartenbach LichtLabor GmbH, 2012)

## Beleuchtung – Neue Lösungsansätze

### LED

#### Vorteile:

- hohen Lichtausbeute
- hohe Lebensdauer
- Farbwiedergabeindex > 65
- gezielte Ausrichtung (geringere Blendwirkung)



Abbildung: LED-Beleuchtung  
Tunnelkomplex Xinkailing

## Beleuchtung – Neue Lösungsansätze

### LED

#### Offene Fragen:

- ? mögliche Erblindung der Linse durch Gasentwicklung des Klebers
- ? Steuerungseinheit: Wartung, Lebensdauer ?
- ? Fehlende Normierung von Steckverbindungen
- ? Kurze Gewährleistungsdauer durch Anbieter
- ? Vergaberecht

## Beleuchtung – Kriterien für Auswahl

- Leistung [W]
- Lichtstrom [lm]
- Gleichmäßigkeit
- Systemlichtausbeute [lm/W]
- Farbton
- Leuchtdichte
- Einschaltzeit [min]
- Lichttemperatur
- Leuchtenbetriebswirkungsgrad
- Planungskosten
- Herstellungskosten (Leuchten, Kabel, Steuerung) [€/Stück]
- Lebensdauer [h]
- Wartungskosten und intensität

# BESCHICHTUNG

## Beschichtung – Status Quo

### Anforderungen:

- Gute Haftung auf Untergrund
- Einfache Reinigung
- hohe Abriebs- und Kratzfestigkeit (geringe Einritzbarkeit)
- keine Spiegelungseffekte durch Sprühfahnenbildung oder Feuchtigkeit



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

## Beschichtung – Status Quo

### derzeitiger Standard Beschichtung:

- Beschichtungen auf Epoxidharzbasis
- Keramikpaneele

## Beschichtung – Status Quo

### Problempunkte:

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



Abbildung: ASFINAG  
Typische Mängel an Oberflächen von Tunnelinnenschalen

## Beschichtung – Neue Lösungsansätze

### Helle Tunnelinnenschale ohne Beschichtung

- SCC (Self Compacting Concrete) – Tunnelinnenschale
- Beimischung des Weißpigmentes Titandioxid und Kalksteinmehl
- Massenbergtunnel (S6)



Abbildung: VÖZFI  
Massenbergtunnel nach Sanierung

## Beschichtung – Neue Lösungsansätze

### 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 – Kriterien für Auswahl

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



Abbildung: Saasertunnel (CH)  
<http://v2.suedostschweiz.ch/>

# BELÄGE

## Beläge – Status Quo

### Anforderungen:

- Brandbeständigkeit
- Fahrbahneigenschaften (Griffigkeit, Spurrillenbildung etc.)
- Kosten & Wirtschaftlichkeit – Investitionskosten, Erhaltungs- und Betriebskosten
- Helligkeit: Leuchtdichte und Reflexionseigenschaften → zeitliche Unterschiede zwischen Asphalt- zu Betondecken

## Beläge – Status Quo

### derzeit verwendete Technologien (AT, 2008):

- Beton (66%)
- Asphaltbeton (16%), z.B. Tunnel Landeck
- Splittmastixasphalt (12%)
- Drainasphalt



Abbildung: Tunnel Landeck (AT), Asphaltbeton

## Beläge – Kriterien für Auswahl

- Helligkeit
- Reflexionseigenschaften
- Griffbarkeit
- Verformungsresistenz
- Polierresistenz
- Spurrillentiefe
- Abriebfestigkeit
- Herstellungskosten [€/m<sup>2</sup>]
- Instandsetzungskosten
- Wiederverwendbarkeit nach Ausbau
- Lebensdauer

## 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**, Univ.-Ass. DI **Stephan Tischler**