

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL

Ressort Ladinische Bildung und Kultur, Denkmalpflege und Museen, Vermögen, Straßendienst und Mobilität



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

Dipartimento Istruzione e Cultura ladina, Beni culturali e Musei, Patrimonio, Servizio strade e Mobilità

PROVINCIA AUTONOMA DE BULSAN - SÜDTIROL

Departimënt Istruzion y Cultura ladina, Bëns culturei y Museums, Patrimone, Servisc stredes y Mubiltà



**Abschlusskonferenz  
Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

# Tunnel Naraun - TISENS

## Energieeinsparungen unter lichttechnischen Aspekten



In der folgenden Präsentation werden wir **zwei Maßnahmen** behandeln, welche maßgeblich zum einsparen von elektrischer Energie und finanziellen Ressourcen im Gebiet der Tunnelbeleuchtung führen werden, und zwar:

- **Maßnahmen an der Beleuchtungsanlage**
- **Maßnahmen an der Fahrbahn**



**Abschlusskonferenz  
Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

## Beleuchtungsanlage

Es folgen die wichtigsten Definitionen der in Beleuchtungstechnik:

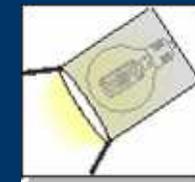
**Lichtstrom** „ $\Phi$ “ in Lumen (lm)

Pro Sekunde abgestrahlte Lichtleistung im Wellenbereich des sichtbaren Lichts



**Lichtintensität** „I“ in candela (cd)

Lichtstrom, der in einem bestimmten Raumwinkel ausgestrahlt wird



**Abschlusskonferenz**  
**Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel



## Beleuchtungsstärke „E“ in Lux

Lichtstrom, der auf einer bestimmten Fläche auf einem Empfänger auftrifft



## Leuchtdichte „L“ in cd/m<sup>2</sup>

Lichtstrom, der von einer bestimmten Fläche ausgestrahlt wird



**Abschlusskonferenz  
Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel



# Maßnahmen an Beleuchtungsanlage



Reflektionsfaktor  $\rho$

$$\rho = \frac{\varnothing_R}{\varnothing_I}$$

wobei

$$\varnothing_R = \text{reflektierter Lichtstrom}$$

und

$$\varnothing_I = \text{einfallender Lichtstrom}$$



Abschlusskonferenz  
Conferenza finale  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# Maßnahmen an Beleuchtungsanlage



eine mit Licht bestrahlte Oberfläche kann dieses wie folgt reflektieren:

- spiegelnd
- diffus und gleichmäßig
- diffus aber ungleichmäßig

## Das Lambertsche Gesetz:

Wenn eine Fläche dem Lambertschen Gesetz folgt und die Strahldichte der Fläche konstant ist, so ergibt sich eine kreisförmige Verteilung der Strahlstärke. Wird Licht von einer Fläche gemäß dem Lambertschen Gesetz reflektiert, dann spricht man von **idealer diffuser Reflexion**.



Abschlusskonferenz  
Conferenza finale  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# Maßnahmen an Beleuchtungsanlage



Es gilt:

$$L = \frac{\rho E}{\pi}$$

wobei

L = Leuchtdichte in cd/m<sup>2</sup>

und

$\rho$  = Reflektionsfaktor

und

E = Beleuchtungsstärke in Lux

Solche Flächen sind meist glatt bzw. im Falle von Beschichtungen mit geringer Rauigkeit.

- wie z.B.:
- Autolackierungen
  - Industrieböden
  - Fliesen, usw.



Abschlusskonferenz  
Conferenza finale  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# Maßnahmen an Beleuchtungsanlage



Wenn eine Oberfläche nicht dem Lambertschen Gesetz folgt dann wird der Reflektionsfaktor  $\rho$  mit dem Leuchtdichtenfaktor  $\beta$  ersetzt. Leuchtdichtenfaktor  $\beta$  wird zur Beurteilung des Abstrahlverhaltens (Reflexionsverhaltens) verwendet. Der Leuchtdichtenfaktor kann immer nur für eine einzige Betrachtungsrichtung angegeben werden. Um das Reflexionsverhalten einer Oberfläche zu kennzeichnen, benötigt man also eine Tabelle von Leuchtdichtenfaktoren in Abhängigkeit zu einer gewissen Betrachtungsrichtung. Eine solche Oberfläche, welche nicht dem Lambertschen Gesetz folgt, ist z.B. eine asphaltierte Straße, somit muss für solche Oberflächen der Leuchtdichtenfaktor  $\beta$  angewandt werden.

Zur Vereinfachung verwendet man statt dem Leuchtdichtenfaktor den Leuchtdichtenkoeffizient  $r ( \beta / \pi )$



Abschlusskonferenz  
Conferenza finale  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# Maßnahmen an Beleuchtungsanlage



Die UNI Normen haben für zwei Straßenbeläge die Koeffizienten in 2 Klassen angegeben:

**Klasse C1 – Betonfahrbahn**

**Klasse C2 – Asphaltfahrbahn**

prospetto D2 Coefficienti ridotti di luminanza  $r$  della pavimentazione di classe C1

$\beta$	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	90	105	120	135	150	165	180		
0	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	
0,25	710	708	703	710	712	710	706	706	707	704	702	708	698	702	704	714	708	724	719	723			
0,5	586	582	587	581	581	576	570	567	564	556	548	541	531	544	546	562	566	587	581	589			
0,75	488	487	495	485	487	480	470	470	470	469	469	463	453	464	464	482	486	507	501	509			
1	376	372	373	363	347	331	314	299	285	273	263	260	250	265	276	295	305	318	323	329			
1,25	308	304	305	285	270	244	218	203	193	185	179	173	173	183	194	207	224	237	238	245			
1,5	258	254	251	229	203	178	157	143	134	128	124	120	120	132	140	156	163	177	179	184			
1,75	217	214	205	182	153	129	110	100	95	90	87	84	88	96	103	116	123	134	137	138			
2	188	181	174	142	116	95	80	73	69	64	62	64	64	72	78	88	95	105	108	109			
2,5	145	136	121	90	66	53	46	41	39	37	36	36	39	44	50	55	60	66	69	71			
3	118	108	87	57	41	32	28	26	25	23	22	23	25	28	31	37	41	45	47	51			
3,5	97	87	64	39	26	20	18	17	16	15	15	16	17	19	23	27	30	33	35	37			
4	80	69	50	29	17	14	13	12	11	11	11	11	13	15	17	19	22	26	27	29			
4,5	70	58	37	21	13	10	9	8	8	8	8	8	9	10	12	14	16	17	20	21	22		
5	60	51	29	15	9	7	7	6	6	6	6	6	7	7	9	10	12	14	17	17	18		
5,5	52	41	23	12	7	6	6	6	5	5	5	5	6	6	8	9	10	12	14	17	17	18	
6	48	36	19	8	6	5	5	5	5	5	5	5	6	6	8	9	10	12	14	17	17	18	
6,5	44	32	17	7	6	5	5	5	5	5	5	5	6	6	8	9	10	12	14	17	17	18	
7	41	29	14	6	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	7	8	9	10	12	14	17	17	18
7,5	37	26	12	5	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	6	7	8	9	10	12	14	17	17
8	34	23	11	5	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	6	7	8	9	10	12	14	17	17
8,5	32	21	9	5	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	6	7	8	9	10	12	14	17	17
9	29	19	8	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	6	7	8	9	10	12	14	17	17
9,5	27	17	7	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	6	7	8	9	10	12	14	17	17
10	26	16	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	6	7	8	9	10	12	14	17	17
10,5	25	15	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	6	7	8	9	10	12	14	17	17
11	23	15	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	6	7	8	9	10	12	14	17	17
11,5	22	14	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	6	7	8	9	10	12	14	17	17
12	21	14	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	6	7	8	9	10	12	14	17	17

UNI 11248

prospetto D3 Coefficienti ridotti di luminanza  $r$  della pavimentazione di classe C2

$\beta$	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	90	105	120	135	150	165	180		
0	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	
0,25	362	358	371	364	371	369	362	357	351	349	348	340	328	312	299	294	298	288	292	281			
0,5	379	368	375	373	367	359	350	340	328	317	308	290	266	249	237	237	231	231	227	236			
0,75	380	375	378	365	351	334	315	295	275	256	239	216	190	178	175	176	176	168	175	170			
1	372	375	372	364	345	327	303	281	255	235	218	191	162	152	154	150	145	145	139	138			
1,25	375	373	362	348	328	303	281	255	235	218	191	162	142	136	136	132	127	127	122	121			
1,5	354	352	336	321	303	277	255	229	209	187	166	145	124	120	120	116	111	111	106	105			
1,75	333	327	302	282	266	239	218	191	166	145	124	103	82	80	80	76	71	71	66	65			
2	318	310	286	266	250	223	202	175	150	129	108	87	66	64	64	60	55	55	50	49			
2,5	268	262	235	219	202	175	154	127	106	85	64	43	22	20	20	16	11	11	10	10			
3	227	217	147	74	42	29	25	23	21	19	18	16	14	14	14	13	12	12	11	11	11	11	11
3,5	194	168	106	47	30	22	17	14	13	12	12	11	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9	9
4	168	136	76	34	19	14	13	11	10	10	10	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
4,5	141	111	54	21	14	11	9	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
5	126	90	43	17	10	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
5,5	107	79	32	12	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	94	65	26	10	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6,5	86	56	21	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	78	50	17	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7,5	70	41	14	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
8	63	37	11	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
8,5	60	37	10	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
9	56	32	9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
9,5	53	28	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
10	52	27	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
10,5	45	23	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
11	43	22	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
11,5	43	22	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
12	42	20	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

UNI 11248

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



# Maßnahmen an Beleuchtungsanlage



Aus den Werten der Normreflexionstabellen wurde ein mittlerer Leuchtdichtenkoeffizient ermittelt welcher mit  $Q_0$  definiert werden **kann**, und zwar **mittlerer Leuchtdichtenkoeffizient  $Q_0$**

Für die Berechnung der Beleuchtungsanlagen von Tunnels legt die UNI 11095 für die verschiedenen Straßenbeläge folgende mittlere Leuchtdichtenkoeffizienten  $Q_0$  fest:

<b>Fahrbahn in Beton</b>	<b>0,11</b>	
<b>Fahrbahn mit Asphalt</b>	<b>0,07</b>	<b>Laut UNI 11095/03</b>
	<b>0,056</b>	<b>Laut UNI 11095/11</b>



**Abschlusskonferenz**  
**Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

## Anmerkungen:

**Q<sub>0</sub> für Betonfahrbahnen** bleibt in den Jahren ungefähr derselbe, wobei er sich eher verschlechtern kann.

**Q<sub>0</sub> für Asphaltbeläge** verbessert sich in den Jahren, denn der Belag wird heller.

Die UNI 11095 vom Nov. 2011 schlägt vor, Q<sub>0</sub> von neuen Belägen in Asphalt mit **0,056** zu rechnen (anstatt 0,07), somit muss die Beleuchtungsleistung im Einfahrtsbereich und für die Dauerbeleuchtung automatisch erhöht werden.



Abschlusskonferenz  
Conferenza finale  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

# Maßnahmen an Beleuchtungsanlage



Dieser Schritt ist eigentlich nicht nachvollziehbar, denn:  
die Leistung der Beleuchtungsanlage muss erheblich erhöht werden  
zudem muss Alterungs- und Verschmutzungsfaktor berücksichtigt werden (zusätzlich ca. 20%), wobei aber mit den Jahren der Asphaltbelag sowieso heller wird

Es gilt:

Je heller die Fahrbahnoberfläche, desto geringer ist die erforderliche elektrische Leistung der Beleuchtungsanlage im Einfahrts- und auch Durchfahrtsbereich, bei gleichbleibenden erforderlichen Werten der Leuchtdichten.



Abschlusskonferenz  
Conferenza finale

Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# Maßnahmen an Beleuchtungsanlage



## Vergleich Standard Asphalt und heller Asphalt



**Abschlusskonferenz  
Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
**LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens**

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
**illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo**

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

## Wie hoch ist die Energieeinsparung bei Verwendung von hellen Fahrbahnoberflächen?



Lichtstrom des Leuchtkörpers		Abstand zwischen den Leuchten auf heller Fahrbahn	Berechnete Leuchtdichte (laut Projekt)	Abstand zwischen den Leuchten Auf dunkler Fahrbahn		berechnete Leuchtdichte (laut Projekt)
G = Gegenstrahlbeleuchtung S = symmetrische Beleuchtung						
G	90.000 lumen	6,40 m	97 cd/mq	3,20 m	75 cd/mq	
G	90.000 lumen	7,00 m	91 cd/mq	3,50 m	69 cd/mq	
G	55.000 lumen	6,00 m	60 cd/mq	3,00 m	48 cd/mq	
G	33.000 lumen	6,00 m	35 cd/mq	3,00 m	29 cd/mq	
G	17.500 lumen	5,00 m	20 cd/mq	2,50 m	17 cd/mq	
S	33.000 lumen	10,00 m	11 cd/mq	5,00 m	12 cd/mq	
S	17.500 lumen	10,00 m	6 cd/mq	5,00 m	6 cd/mq	
G	90.000 lumen	6,60 m	82 cd/mq	3,30 m	63 cd/mq	
G	90.000 lumen	7,20 m	75 cd/mq	3,60 m	58 cd/mq	

**Abschlusskonferenz  
Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

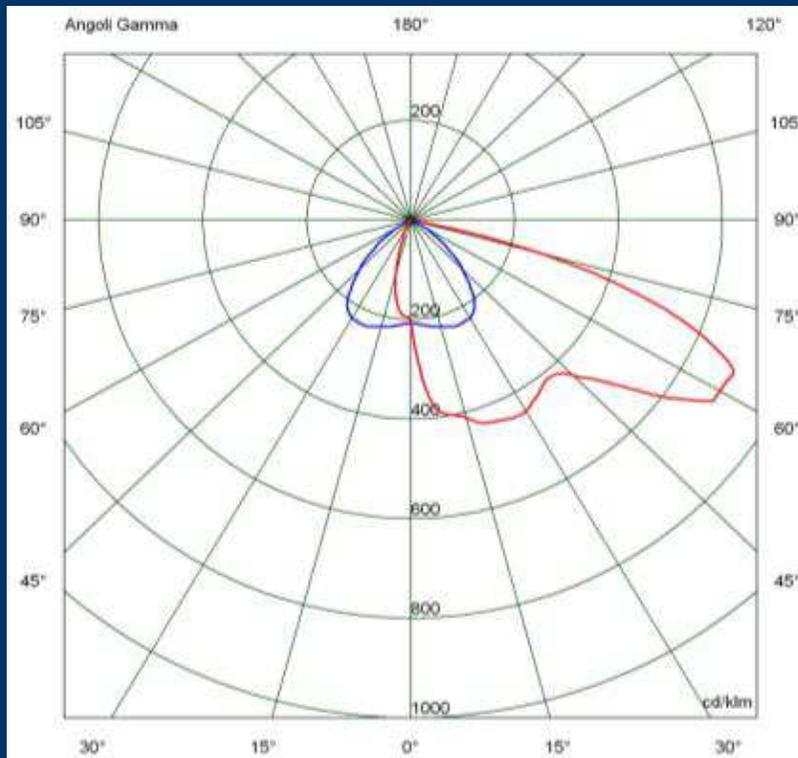
Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# Maßnahmen an der Fahrbahn



## Flussdiagramm einer Gegenstrahlleuchte



**Abschlusskonferenz  
Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
**LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens**

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
**Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo**

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# LED-Beleuchtung Tunnel Naraun



Tunnellänge: 174 m



Abschlusskonferenz  
 Conferenza finale  
 Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
 (ID 5273-172)

Pavimentazione,  
 rivestimenti  
 e illuminazione innovativi  
 per gallerie

Innovative Beläge  
 und Beleuchtung für  
 Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
**LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens**

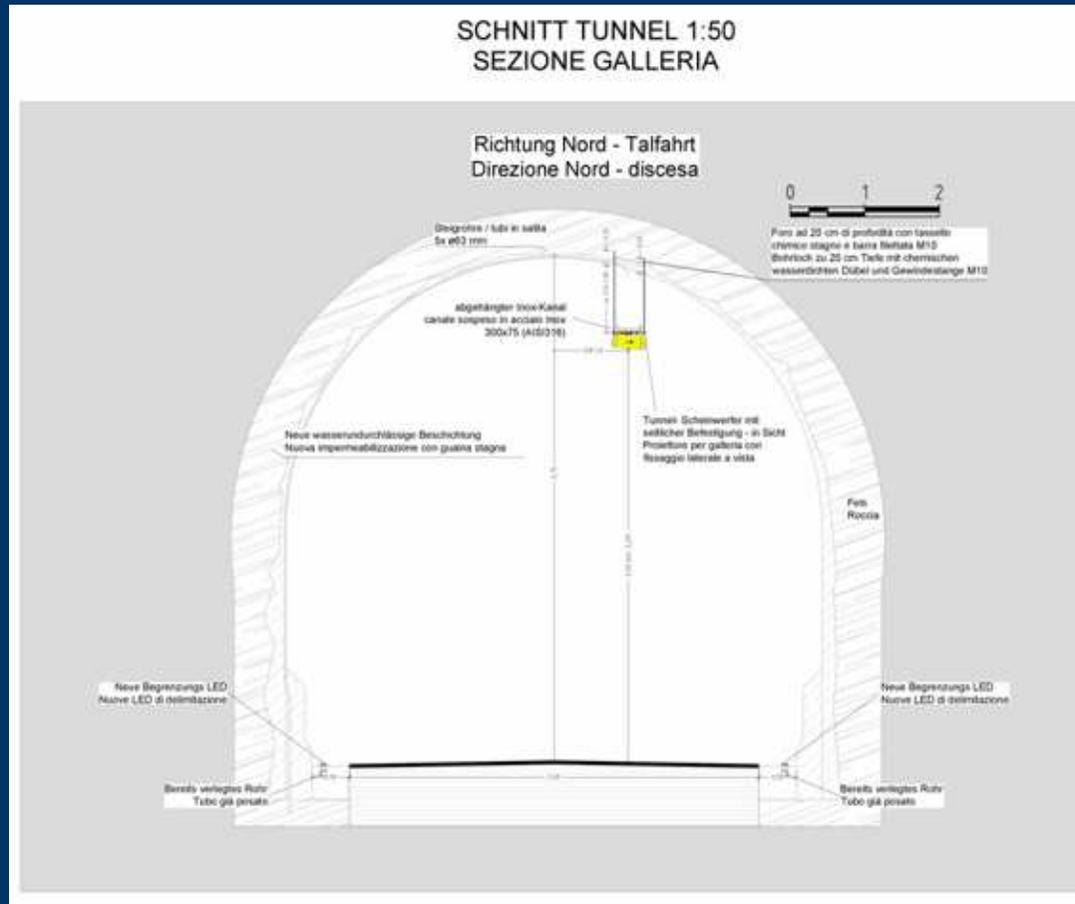
Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
 in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
**illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo**

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
 in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# LED-Beleuchtung Tunnel Naraun



## Tunnelquerschnitt

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio



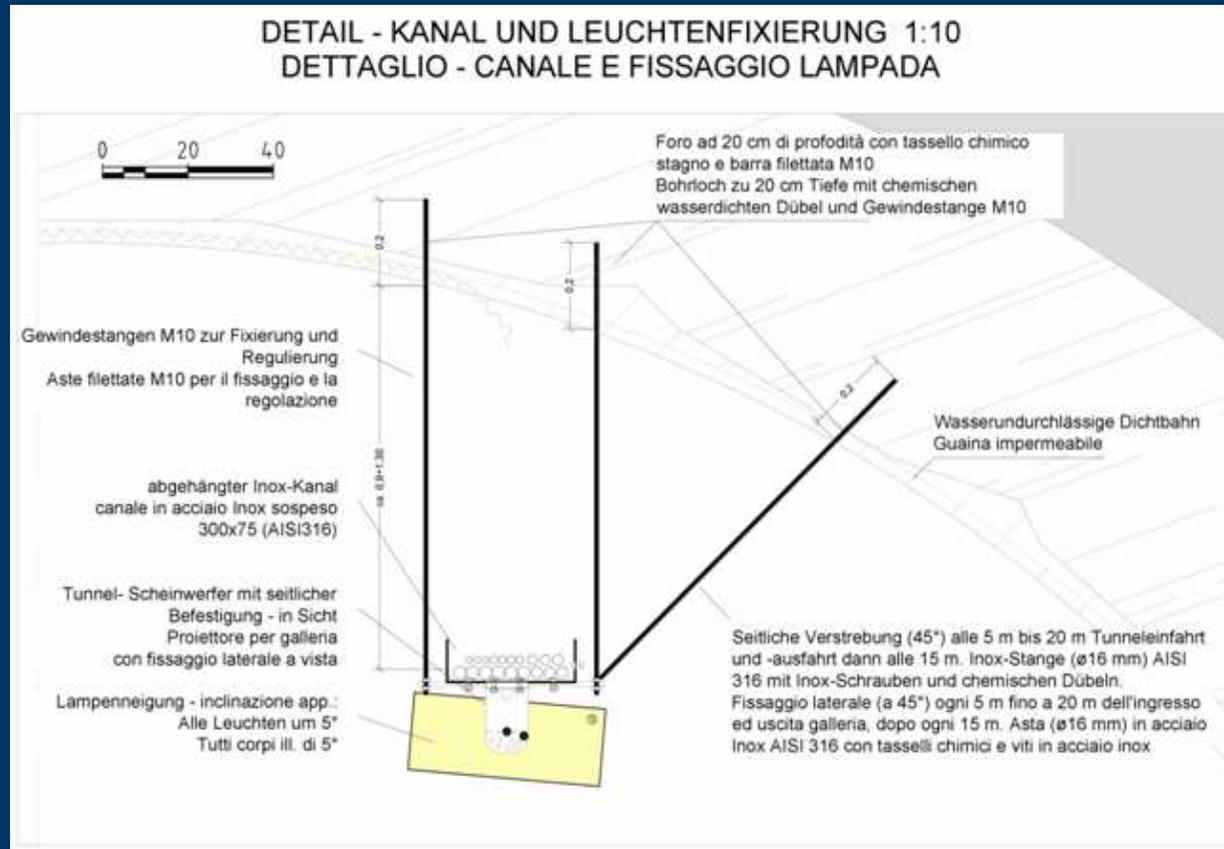
Abschlusskonferenz  
Conferenza finale  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

# LED-Beleuchtung Tunnel Naraun



**Abschlusskonferenz**  
**Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

## Projekt – Detail Leuchtenmontage auf INOX Kanal

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

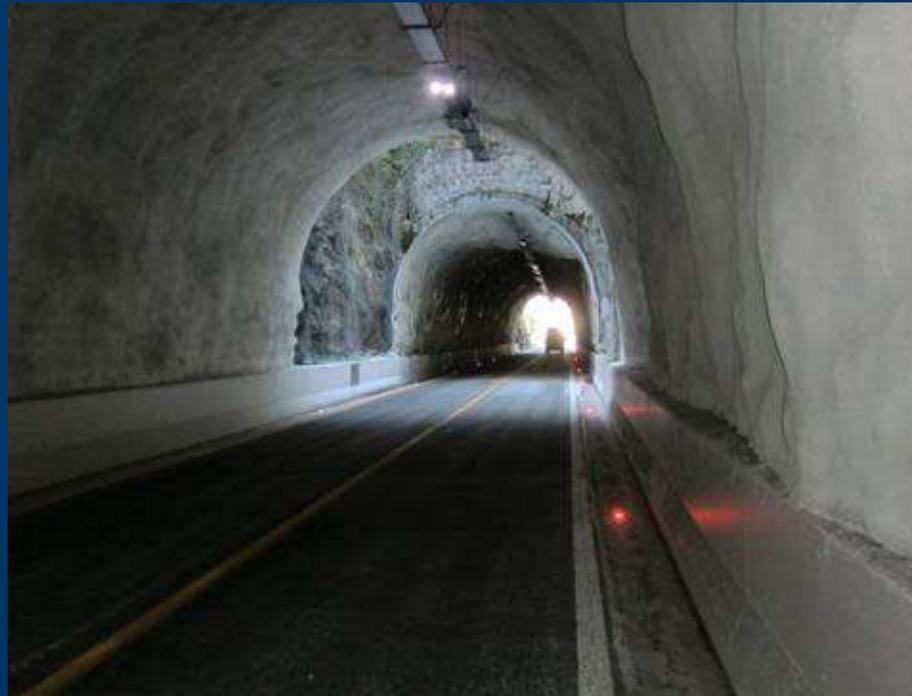
Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

# LED-Beleuchtung Tunnel Naraun



In ungefähr der Mitte des Tunnels gibt es eine ca. 12 m lange Öffnung nach oben und unterteilt den Tunnel in:  
NARAUN 1 (SÜD-WEST Ausrichtung)  
NARAUN 2 (NORD-OST Ausrichtung)



**Abschlusskonferenz  
Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

# LED-Beleuchtung Tunnel Naraun



## Projektschwerpunkt:

- Errichtung einer E-Kabine
- Einfahrtsbeleuchtung mit LED
- Dauerbeleuchtung mit LED
- Einbau von seitlichen Straßenbegrenzungsled
- Fernüberwachung



**Abschlusskonferenz  
Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
**LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens**

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
**illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo**

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

# LED-Beleuchtung Tunnel Naraun



Einfahrtsbeleuchtung mit LED



Straßenbegrenzungsled



**Abschlusskonferenz  
Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



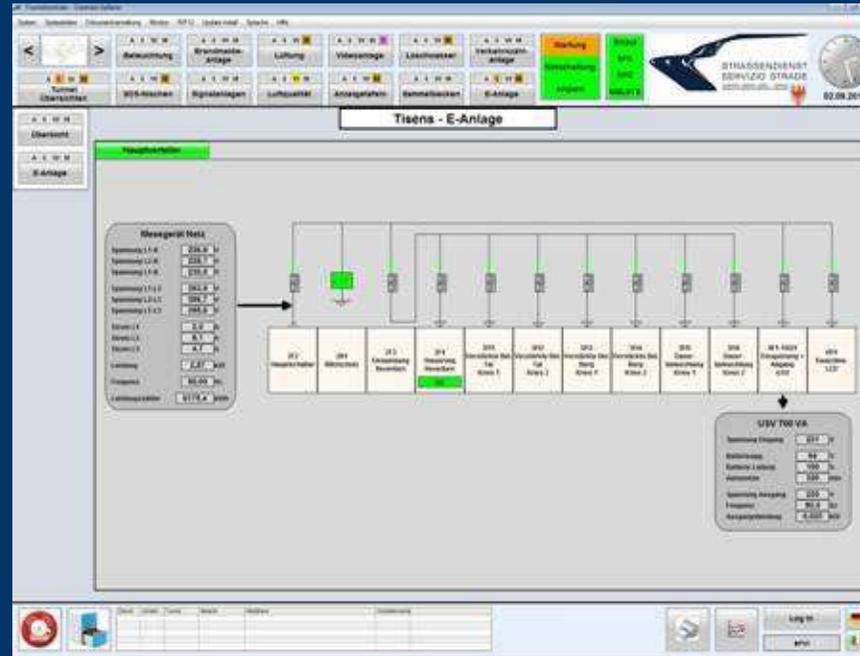
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# LED-Beleuchtung Tunnel Naraun



SPS-Steuerung



Fernüberwachung  
E-Verteiler

Abschlusskonferenz  
Conferenza finale  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio

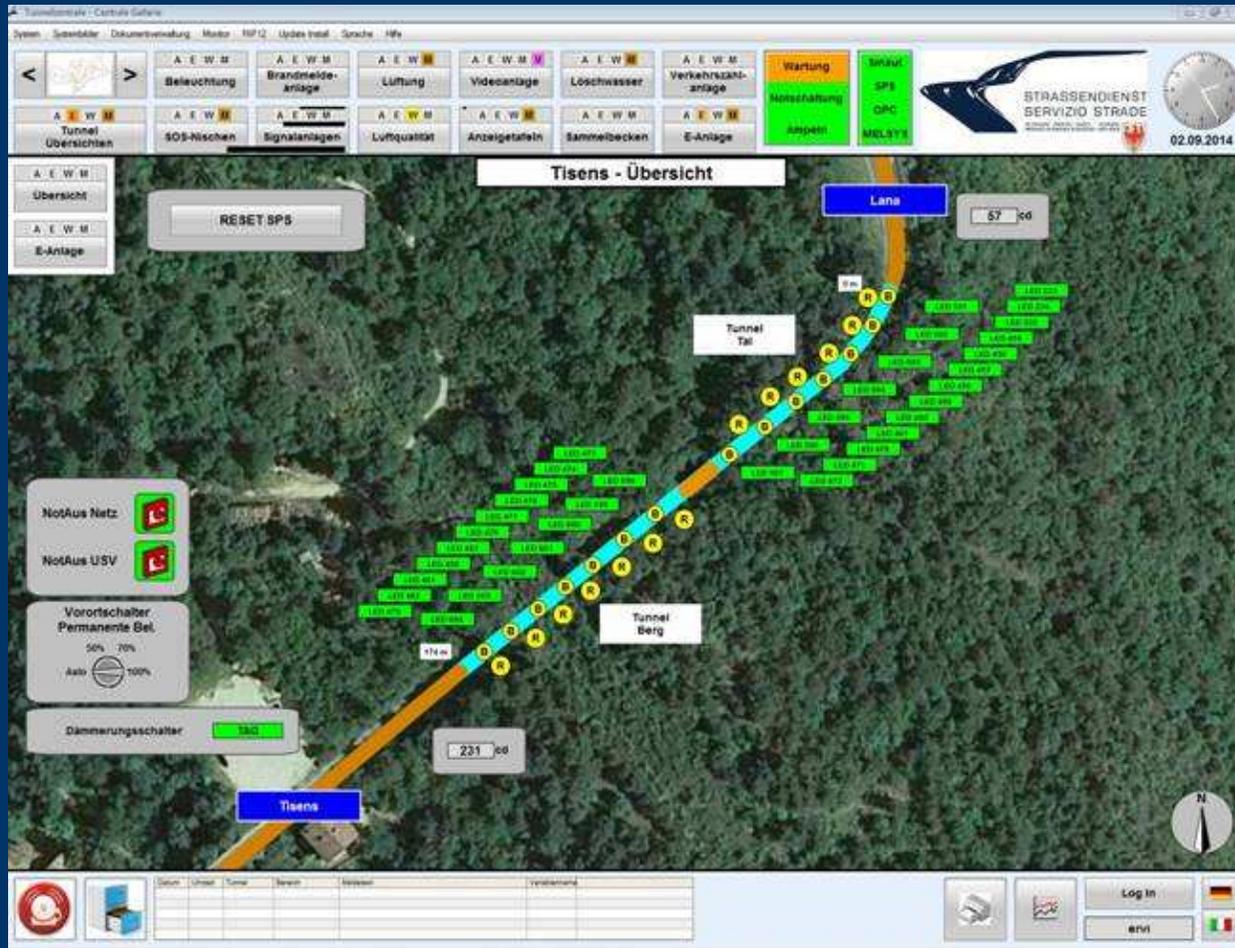


PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# LED-Beleuchtung Tunnel Naraun



## Visualisierung Tunnelbetriebswarte

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio



AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE



Abschlusskonferenz  
Conferenza finale  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

iBBT  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

# LED-Beleuchtung Tunnel Naraun



## NARAUN 1, Berechnung und Messung mit LED-Leuchten

### Dauerbeleuchtung

Lichtstrom/Leuchte:	3.600 lm
Abstand:	12,00 m
Q <sub>0</sub> für die Berechnung:	0.12
zu erwartendes Ergebnis (der Einfahrtsspur):	3,5 cd/m <sup>2</sup>

### Einfahrtsbeleuchtung

Lichtstrom/Leuchte:	42.000 lm
Abstand:	5,00 m
Q <sub>0</sub> für die Berechnung:	0.12
zu erwartendes Ergebnis (der Einfahrtsspur):	76 cd/m <sup>2</sup>

1,5m	3,9 nit	3,8 nit	4,3 nit	3,8 nit	4,01 nit
3,0m	4,0 nit	4,1 nit	4,1 nit	4,1 nit	
4,5m	2,0 nit *	3,9 nit *	2,9 nit *	3,2 nit *	2,63 nit*
6,0m	2,0 nit *	2,4 nit *	2,2 nit *	2,4 nit *	
	3m	6m	9m	12m	

\*nicht zuverlässige Werte wegen nassem Straßenbelag

**Ergebnis: 4,01 cd/m<sup>2</sup>**

1.5m	86 nit	78 nit	84 nit	80 nit	92,00 nit
3.0m	100 nit	98 nit	108 nit	102 nit	
4.5m	77 nit *	78 nit *	82 nit *	77 nit *	67,13 nit
6.0m	55 nit *	58 nit*	56 nit *	54 nit *	
	3m	6m	9m	12m	

**Ergebnis: 92,00 cd/m<sup>2</sup>**



**Abschlusskonferenz  
Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# LED-Beleuchtung Tunnel Naraun



## NARAUN 2, Berechnung und Messung mit LED-Leuchten

### Dauerbeleuchtung

Lichtstrom/Leuchte:	3.600 lm
Abstand:	12,00 m
Q <sub>0</sub> für die Berechnung:	0.12
zu erwartendes Ergebnis (der Einfahrtsspur):	3,5 cd/m <sup>2</sup>

### Einfahrtsbeleuchtung

Lichtstrom/Leuchte:	42.000 lm
Abstand:	5,00 m
Q <sub>0</sub> für die Berechnung:	0.12
zu erwartendes Ergebnis (der Einfahrtsspur):	68 cd/m <sup>2</sup>

1,5m	1,6 nit	1,6 nit	1,2 nit	1,4 nit	1,83 nit
3,0m	2,4 nit	2,3 nit	2,1 nit	2,0 nit	
4,5m	2,5 nit	2,4 nit	2,2 nit	1,8 nit	1,74 nit
6,0m	1,4 nit	1,4 nit	1,2 nit	1,0 nit	
	3m	6m	9m	12m	

Ergebnis: 1,83 cd/m<sup>2</sup>

1.5m	61 nit	65 nit	64 nit	65 nit	65,63 nit
3.0m	67 nit	67 nit	68 nit	68 nit	
4.5m	60 nit	53 nit	57 nit	58 nit	53,75 nit
6.0m	51 nit	49 nit	50 nit	52 nit	
	3m	6m	9m	12m	

Ergebnis: 65,63 cd/m<sup>2</sup>



Abschlusskonferenz  
Conferenza finale  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# LED-Beleuchtung Tunnel Naraun

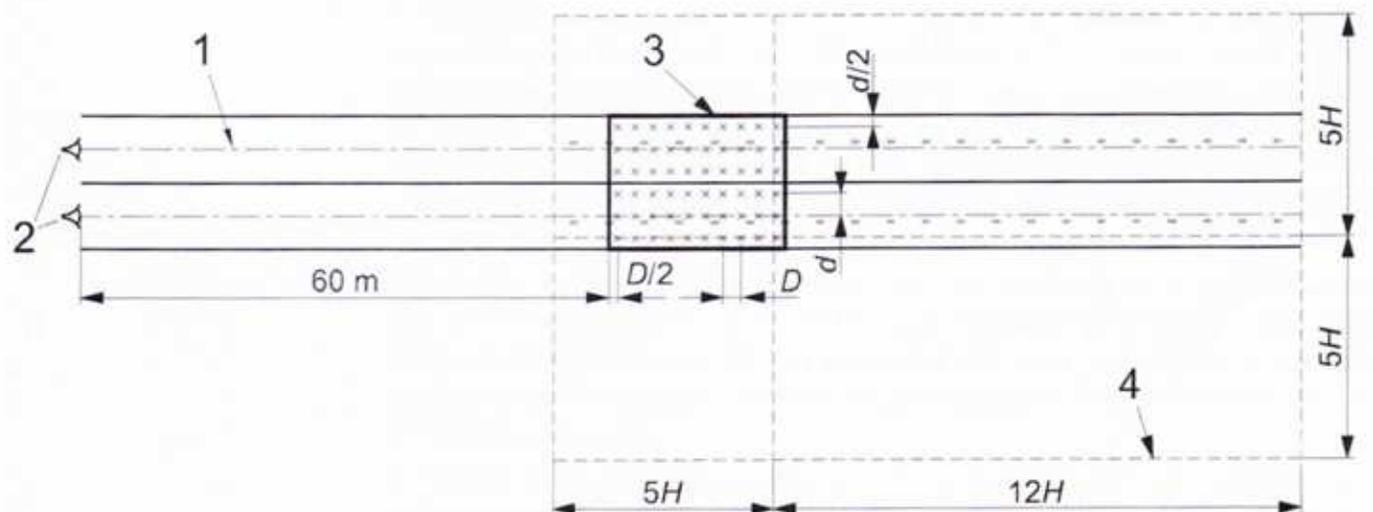


Die Messungen wurden nachts laut UNI 11095/11 durchgeführt, mit Leuchtdichtenmessgerät „Minolta LS100“

figura B.1 Schema del reticolo di calcolo

Legenda

- 1 Asse corsia
- 2 Osservatore
- 3 Campo di calcolo
- 4 Limite di intervento apparecchi



Abschlusskonferenz  
 Conferenza finale  
 Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
 (ID 5273-172)

Pavimentazione,  
 rivestimenti  
 e illuminazione innovativi  
 per gallerie

Innovative Beläge  
 und Beleuchtung für  
 Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
**LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens**

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
 in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
**illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo**

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
 in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# LED-Beleuchtung Tunnel Naraun



Das Fahrzeug befindet sich im selben Abstand vom Portal  
Fotoapparat mit selben Zoom, Auslösezeit, Anzahl der Pixel, selbe Höhe und der  
selbe Abstand zwischen Fotoapparat und dem Fahrzeug



NARAUN 1

NARAUN 2

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio



Abschlusskonferenz  
Conferenza finale  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

## Beleuchtungskörper und Leuchtmittel

Wir unterscheiden:

- Beleuchtungsanlagen mit **konstanter Beleuchtungsstärke**, z.B. Magazine, Gänge, usw.
- Beleuchtungsanlagen in welchen die Lichtintensität unter bestimmten Bedingungen **geändert** werden muss z.B. **Dimmung der Einfahrtsbeleuchtung** oder der Nachtabsenkung bei Tunnels.



Abschlusskonferenz  
Conferenza finale  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# Einsparpotential LED-Beleuchtung



Wie **effizient ein Leuchtmittel** wirklich ist, können wir der folgenden Tabelle entnehmen

Leuchtmitteltyp	Leuchtmittelleffizienz (lm/W)
Glühlampen	14
Halogen	16-20
Leuchtstofflampe (Neon)	60-80
Quecksilberdampf	50-60
Halogen-Metaldampf	80-100
Natriumdampf Hochdruck	100-140
Natriumdampf Niederdruck	200
LED	80-120



**Abschlusskonferenz**  
**Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
**LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens**

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
**Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo**

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# Einsparpotential LED-Beleuchtung



Wie man erkennen kann ist das effizienteste Leuchtmittel die **Natriumdampf Niederdruck Lampe**, jedoch sind dessen Nachteile erheblich:

- lange Einschaltzeiten
- monochromatisches und sehr warmes Licht (Vorteil nur bei Nebel)
- ungenügendes Lichtspektrum

Somit ist das effizienteste Leuchtmittel immer noch die **Natriumdampf Hochdruck Lampe**



Abschlusskonferenz  
Conferenza finale  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

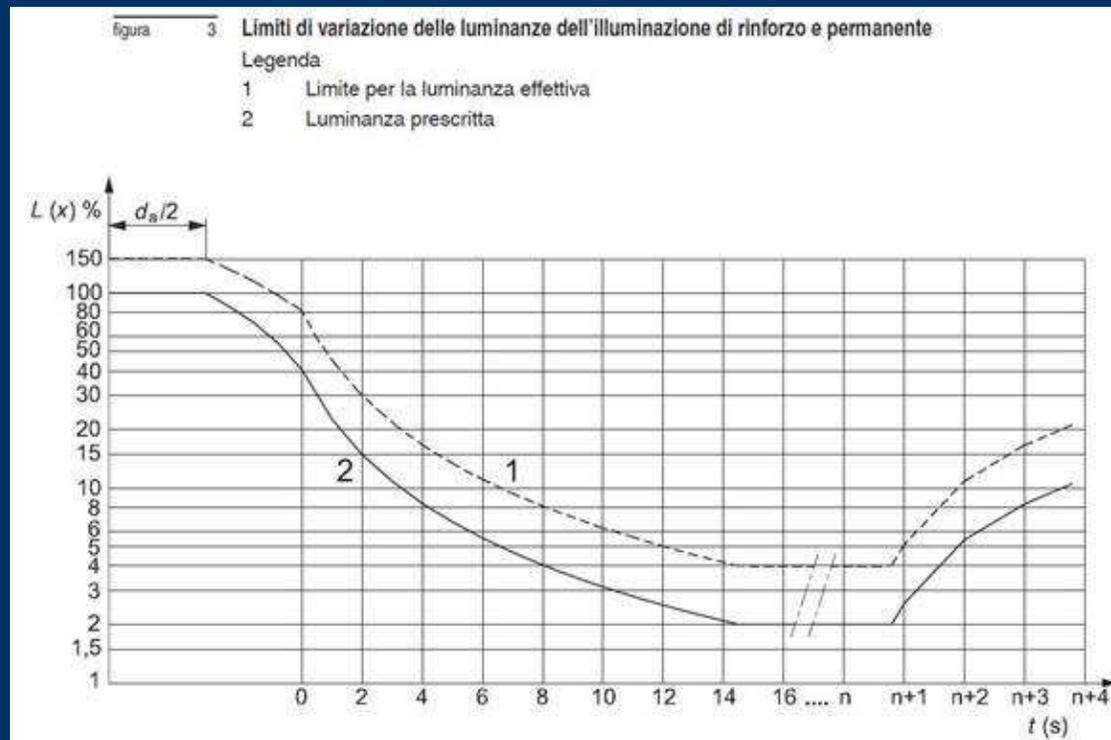
Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

## Beleuchtungsgrundlage laut UNI 11095



Abschlusskonferenz  
 Conferenza finale  
 Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
 (ID 5273-172)

Pavimentazione,  
 rivestimenti  
 e illuminazione innovativi  
 per gallerie

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
**LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens**

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
 in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
**illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo**

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
 in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

Innovative Beläge  
 und Beleuchtung für  
 Tunnel

Wir unterscheiden nun **2 Arten der Regulierung:**

- mit **Lichtregler** für Natriumdampfleuchten
- mit **Dimmer** für LED Leuchten:
  - eigenes analoges Steuersignalkabel 0 V bis 10 V
  - eigenes Buskabel
  - Ansteuerung mittels Oberwellen über das Versorgungskabel
  - Funkansteuerung
  - Getrennte Vorschaltgeräte mit halber Leistung für Dauerbel.



Abschlusskonferenz  
Conferenza finale  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# Einsparpotential LED-Beleuchtung



Ein **Lichtregler** ist nichts anderes als ein **Spannungsregler**. Die Leuchten werden mit Spannungen zwischen min. 175 V und max. 230 V versorgt.

Wir können mit solchen Reglern zwar den Lichtstrom um ca. 50 % reduzieren, allerdings können wir dabei die aufgenommene Leistung nur um ca. 20% reduzieren.

100 % Lichtleistung	100 % Leistungsaufnahme	230 V
75 % Lichtleistung	90 % Leistungsaufnahme	ca. 200 V
50 % Lichtleistung	80 % Leistungsaufnahme	ca. 175 V

Somit ist eine **stufenlose Regulierung von 0 % bis 100 %** der Beleuchtung mit Natriumdampf Hochdruckleuchten nicht möglich.

## VORTEIL LED !!!

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio



AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE



Abschlusskonferenz  
Conferenza finale

Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

## Berechnungsvorlage des Einsparpotentials im Gebrauch von LED-Leuchten

- 1 die Tagesstunden der Monate des Jahres in der Provinz Bozen
2. ein Prozentsatz der bewölkten Tage (30 %)
3. die Zeit in welcher das Portal nicht vollständig von der Sonne ausgeleuchtet wird (50 %)
4. die Anschaffungskosten der LED-Leuchten
5. die Anschaffungskosten der Beleuchtungskörper mit NAV-Leuchtmittel
6. die Energiekosten pro kWh (0,22 €/kWh)
7. der prozentuale Anstieg der Energiekosten in den kommenden Jahren (geschätzt) (3 %)
8. die in der UNI 11095/11 enthaltenen Vorschriften zur Dauerbeleuchtung und jener der Dauerbeleuchtung in den Nachtstunden



Abschlusskonferenz  
Conferenza finale  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel



# Einsparpotential LED-Beleuchtung



Es wird zudem berücksichtigt, dass:

- die minimale Leuchtdichte in den Nachtstunden 1 cd/m<sup>2</sup> beträgt
- die Dauerbeleuchtung durch den Einsatz von weißem Licht (im Falle von LED-Leuchten) um ca. 25 % reduziert wird

Helle Fahrbahn – C1	LED	NAV
Kosten für die Beleuchtungskörper	58.400,00 €	15.700,00 €
Energiekosten (20 Jahre)	219.500,00 €	347.400,00 €
<b>Installierte Leistung</b>	<b>12,80 kW</b>	<b>13,40 kW</b>
Energieverbrauch	742.700 kWh	1.175.200 kWh
Gesamtkosten (Investition Leuchtkörper und Betrieb für 20 Jahre)	277.900,00 €	363.100,00 €
<b>Geschätzte Kosteneinsparung</b>	<b>85.200,00 €</b>	
<b>Prozentuelle Kosteneinsparung</b>	<b>23 %</b>	
<b>Prozentuelle Energieeinsparung</b>	<b>37 %</b>	



Abschlusskonferenz  
 Conferenza finale  
 Bolzano / Bozen, 12.09.2014



Pavimentazione,  
 rivestimenti  
 e illuminazione innovativi  
 per gallerie

Innovative Beläge  
 und Beleuchtung für  
 Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
**LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens**

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
 in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

**Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo**

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
 in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# Einsparpotential LED-Beleuchtung



<b>Dunkle Fahrbahn – C2</b>	<b>LED</b>	<b>NAV</b>
Kosten für die Beleuchtungskörper	116.800,00 €	31.500,00 €
Energiekosten (20 Jahre)	439.000,00 €	694.700,00 €
<b>Installierte Leistung</b>	<b>25,70 kW</b>	<b>26,90 kW</b>
Energieverbrauch	1.485.400 kWh	2.350.400 kWh
Gesamtkosten (Investition Leuchtkörper und Betrieb für 20 Jahre)	555.800,00 €	726.200,00 €
<b>Geschätzte Kosteneinsparung</b>	<b>170.400,00 €</b>	
<b>Prozentuelle Kosteneinsparung</b>	<b>23 %</b>	
<b>Prozentuelle Energieeinsparung</b>	<b>37 %</b>	



**Abschlusskonferenz  
Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

Die Kosteneinsparung in 20 Jahren beläuft sich auf ca. 85.000 €

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

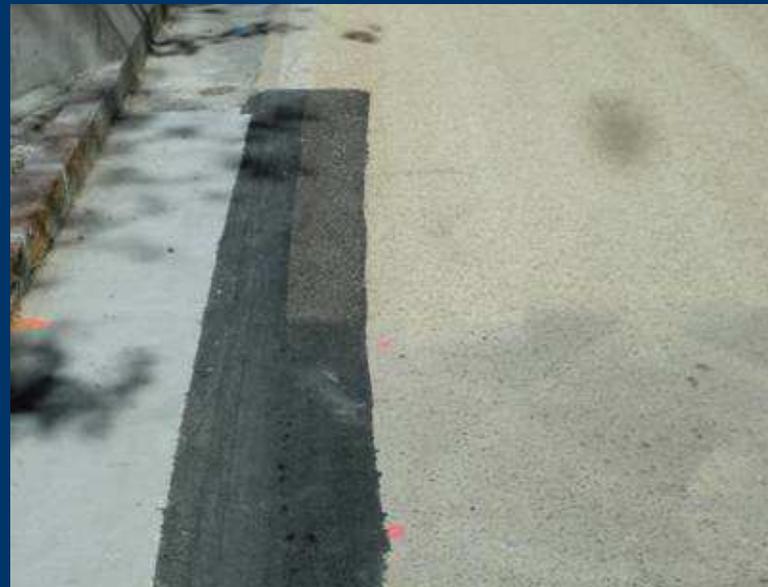
Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

**Helle Fahrbahnoberflächen** können zur Reduzierung des Energieverbrauchs erheblich beitragen

**in längeren Tunnels** (> 1.000 m) sollten helle Fahrbahnen für die Einfahrtsbeleuchtung eingebaut werden

**künstliche Aufhellung des Belages**

mittels Kugelstrahlverfahren, Aufhellung kann nur geschätzt werden



**Abschlusskonferenz**  
**Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

der **Einsatz von LED-Leuchten** bringt kurzfristig höhere Investitionskosten aber langfristig gesehen, ist der Einsatz vom Vorteil denn:

- die **installierte Leistung ist geringer**
- die **Lebensdauer des Leuchtmittel höher**
- es ist eine **Dimmung von 1 bis 100 % möglich**
- durch bessere Dimmung können nachts alle Leuchten eingeschaltet bleiben und es kommt nicht zum sog. Flimmereffekt



**Abschlusskonferenz**  
**Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

# Schlussfolgerungen



in der UNI11095 fehlt der Bezug der Leuchtdichten zur Beleuchtungsstärke (lux)



hierfür negatives  
Beispiel  
Tunnel MEBO



Abschlusskonferenz  
Conferenza finale  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

# Ende der Präsentation



## DANKE FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT

**Abschlusskonferenz  
Conferenza finale**  
Bolzano / Bozen, 12.09.2014

**iBBT**  
(ID 5273-172)

Pavimentazione,  
rivestimenti  
e illuminazione innovativi  
per gallerie

Innovative Beläge  
und Beleuchtung für  
Tunnel

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
**LED-Beleuchtung des Tunnels 238G02 Tisens**

Straßendienst – Bereich Tunnel: p.i. Helmut Verginer  
in Zusammenarbeit: Dott. Ing. Alberto Piserchio



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
**Illuminazione-LED galleria 238G02 a Tesimo**

Servizio Strade – settore gallerie: p.i. Helmut Verginer  
in collaborazione: Dott. Ing. Alberto Piserchio