

Helle Oberflächen

für mehr Sicherheit und weniger Energieverbrauch im Tunnel

TEXT | Martin Peyerl, Gerald Maier und Stefan Krispel

BILDER | © Smart Minerals GmbH

Tunnelbauwerke und Unterflurtrassen sind nicht nur in gebirgigen Regionen essenzielle Bestandteile der österreichischen Straßeninfrastruktur. Diese Bauwerke bieten dem Autofahrer ein hohes Maß an Komfort (z. B. Verkürzung der Fahrzeit). Nicht zuletzt sind diese Bauwerke ein Nadelöhr der modernen Verkehrsinfrastruktur mit einem hohen Niveau an Verkehrssicherheit, wobei eine entsprechende Beleuchtung sicherlich einer der wichtigsten Faktoren ist.

Etwa 19 Prozent des weltweiten Gesamtenergieaufwandes werden für Beleuchtung aufgewendet. Von diesem Anteil entfallen nur 20 Prozent auf private Haushalte, der Rest ist der öffentlichen Beleuchtung und eben auch der Straßenbeleuchtung zuzuordnen. Dadurch verursacht die Beleuchtung von Verkehrsanlagen bzw. Tunnelbauwerken einen nicht zu vernachlässigenden Energieverbrauch. Bei zweiröhriigen Tunnelbauwerken im hochrangigen Straßennetz beträgt der Energieverbrauch für einen Tunnelkilometer etwa 180.000 kWh pro Jahr. Dadurch entsteht allein für das Autobahn- und Schnellstraßennetz ein Gesamtenergiebedarf für die Beleuchtung von 62 Mio. kWh pro Jahr.

Helligkeit und Lichtverteilung im Tunnel werden aber nicht nur durch die Art und Intensität der Beleuchtung, sondern auch zu einem großen Teil durch die Oberflächeneigenschaften der verwendeten Baustoffe beeinflusst. Daher ist die entsprechende Wahl von Baustoffen hinsichtlich ihrer Oberflächenhelligkeit und ihres Reflexionsvermögens von wesentlicher Bedeutung. Im von der FFG geförderten Forschungsvorhaben „Einfluss der Oberflächenhelligkeit auf die Betriebskosten in Tunnelbauwerken“ wurden umfangreiche Untersuchungen zum Einfluss der gewählten Tunnelbaustoffe – von der Tunneldecke bis zur Fahrbahnoberfläche – sowohl auf die Energiekosten als auch auf die Ausleuchtung und damit die Verkehrssicherheit untersucht. Zur Sicherstellung gleichbleibender Rahmenbedingungen wie Tunnelgeometrie und Beleuchtungstunnel erfolgten die Untersuchungen in einem Versuchstunnel in der Steiermark. Abb. 1 zeigt den für die Versuchsmessungen vorbereiteten Tunnel mit Betonfahrbahn, einer hellen Tunnelbeschichtung sowie einer verschmutzten Tunneldecke.

Im Rahmen dieses Projektes wurde beurteilt, welchen Einfluss unterschiedliche Oberflächentypen und Verschmutzungen einerseits auf die Beleuchtungskosten und andererseits auf die Verkehrssicherheit im Tunnel haben. Diese Fragestellungen sind essenziell, da ein erheblicher Anteil des weltweiten Gesamtenergieaufwandes für die öffentliche Beleuchtung aufgewendet wird. Um dies beurteilen zu können, wurden folgende in Tabelle 1 zusammengestellte Parameter variiert.

Abb. 1: Für die Messung vorbereiteter Versuchstunnel



Tabelle 1: Variationsparameter der Untersuchungen

Variationsparameter Wand	Tunnelwand	Tunneldecke
Tunnelanstrich	Abnahmezustand, verschmutzt, gereinigt	gereinigt, verschmutzt
Spritzmörtel grau	Abnahmezustand	gereinigt, verschmutzt
Spritzmörtel weiß	Abnahmezustand, verschmutzt, gereinigt	gereinigt, verschmutzt
Variationsparameter Fahrbahn	Oberflächenzustand	Decke
Waschbeton hell	Abnahmezustand	gereinigt, verschmutzt
Waschbeton normal	Abnahmezustand	gereinigt, verschmutzt
Asphalt	Abnahmezustand	gereinigt, verschmutzt



Abb. 3: Unterschiede der Ausleuchtung von Fahrbahnen mit Asphalt- bzw. hellen Betonoberflächen

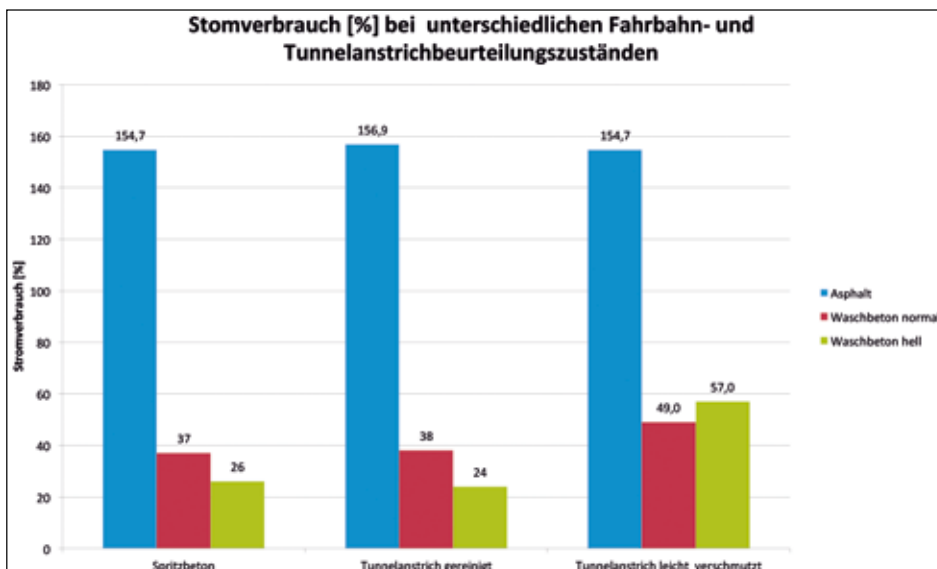
Die Durchführung der Messung hat mehrere Wochen in Anspruch genommen, da je Beurteilungszustand das Tunnelanstrichsystem bzw. die Fahrbahnoberfläche getauscht werden musste. Im Rahmen der Messkampagne wurde die Beleuchtungsstärke der Lampen jeweils so gedimmt, dass die normativ vorgeschriebenen 10 cd/m² erreicht wurden. Gemessen wurden dabei der Stromverbrauch zur Erzielung der gewünschten Helligkeit sowie die Leuchtdichte der Tunnelwand. Aus Abbildung 2 sind exemplarisch ausgewählte Messergebnisse zu entnehmen. Grundsätzlich verursachen Asphalt-oberflächen (Neubauzustand) einen wesentlich größeren Stromverbrauch als vergleichbare Waschbetonoberflächen. Es zeigte sich des Weiteren, dass die Wahl unterschiedlicher Fahrbahnoberflächen einen viel größeren Einfluss auf den resultierenden Stromverbrauch hat als unterschiedliche Wandoberflächen.

Eine weitere wesentliche Fragestellung war die Beurteilung der Verkehrssicherheit. Dies erfolgte einerseits mithilfe der Beurteilung der Ausleuchtung mit Kraftfahrzeugscheinwerfern, andererseits durch Ermittlung der Leuchtdichte an den unterschiedlichen Oberflächen. Die Ausleuchtung der Tunneloberfläche durch den Fahrzeugleuchtkegel und einer in 20 m Abstand befindlichen

Person ist Abbildung 3 zu entnehmen. Bei der Verwendung der hellen Waschbetonfahrbahnoberflächen wird die Fahrbahn bei gleicher Beleuchtungsstärke der Scheinwerfer deutlich besser ausgeleuchtet als die Asphaltoberfläche. Dadurch werden Personen, vorherfahrende Fahrzeuge oder Gegenstände früher erkannt. Dies konnte auch durch die messtechnische Ermittlung der Leuchtdichteverteilung aller Versuchsanordnungen bestätigt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Einsatz bzw. auch die dauerhafte Sicherstellung von hellen Oberflächen in Tunnelbauwerken eine deutliche Reduktion der Beleuchtungskosten bewirkt. Hierbei macht sich der Einfluss von hellen Betonfahrbahndecken viel stärker bemerkbar als der Einfluss der Wandbeschichtungen. Eine entsprechende Wahl der Baustoffe wirkt sich in großem Maß auf die im Tunnel 24 Stunden anfallenden Beleuchtungskosten aus. Die Ergebnisse dieser umfangreichen Untersuchungen sollen in Zukunft den Infrastrukturbetreibern bereits bei der Planung ermöglichen, durch geschickte Auswahl der Tunneloberflächen sowohl Energie in der Betriebsphase einzusparen als auch das subjektive Sicherheitsgefühl der Verkehrsteilnehmer anzuheben.

Abb. 2: Stromverbrauch zur Erzielung einer Leuchtdichte von 10 cd/m² bei unterschiedlichen Fahrbahn- und Wandoberflächen an ausgewählten Beurteilungszuständen



Helle Oberflächen tragen insbesondere in Tunnels, wo die Sehleistung des Verkehrsteilnehmers gefordert wird, einen bedeutenden Teil zur Senkung des Unfallrisikos bei.

AUTOREN

DI Dr. Martin Peyerl, DI Gerald Maier und Mag. (FH) DI Dr. Stefan Krispel
www.smartminerals.at