



# LED TUNNELBELEUCHTUNG ASFINAG BELEUCHTUNGSSTRATEGIE

ASFINAG Tunnelsicherheitstag 2016

9. November 2016

Alexander Wierer



## Agenda

- Ausgangslage
- LED-Projekte der ASFINAG bis 2015
- ASFINAG Beleuchtungsstrategie 2015ff
- Realisierte Projekte ab 2015
- Ansatz in Risikoanalyse für Komfort und Premium
- Lesson learned

# Ausgangslage



# Ausgangslage

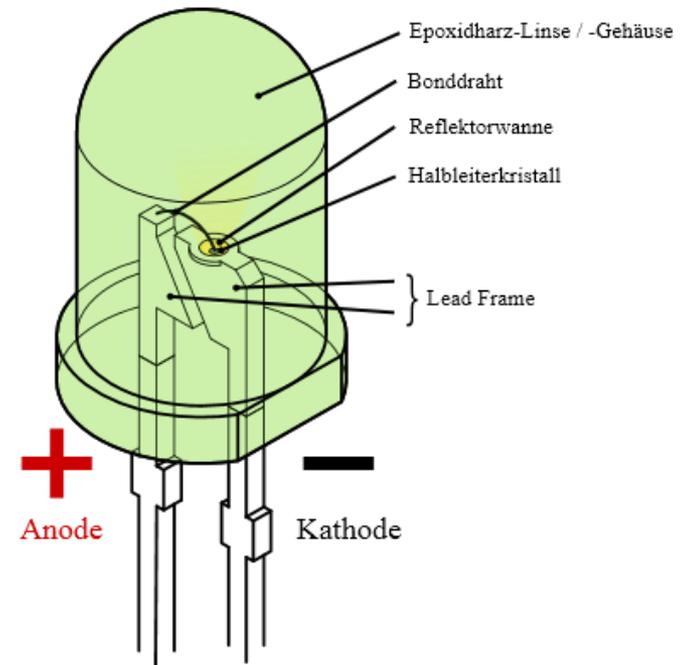
## ASFINAG und Beleuchtung

- Die ASFINAG betreibt österreichweit ca. 100.000 Lichtpunkte (...Tendenz steigend...)
- davon: ca. 86.000 in 151 Tunnelanlagen und ca. 13.000 auf Freilandstrecken und Rastplätzen
- dies bedeutet:
  - Alle Lichtmasten aneinandergereiht ergibt eine Strecke von Salzburg nach Linz
  - Die Summe aller Leuchten ergibt eine Anschlussleistung von rund 24 MW (=> für die Erzeugung dieser Energie benötigt man 12 Windkrafträder oder eine Fläche von ca. 145.000 m<sup>2</sup> PV-Anlage)

# Ausgangslage

## Was ist eine LED ?

- LED steht für „Licht Emittierende Diode“
- Diode ist ein elektronisches Bauteil aus der sogenannten Halbleiterwelt

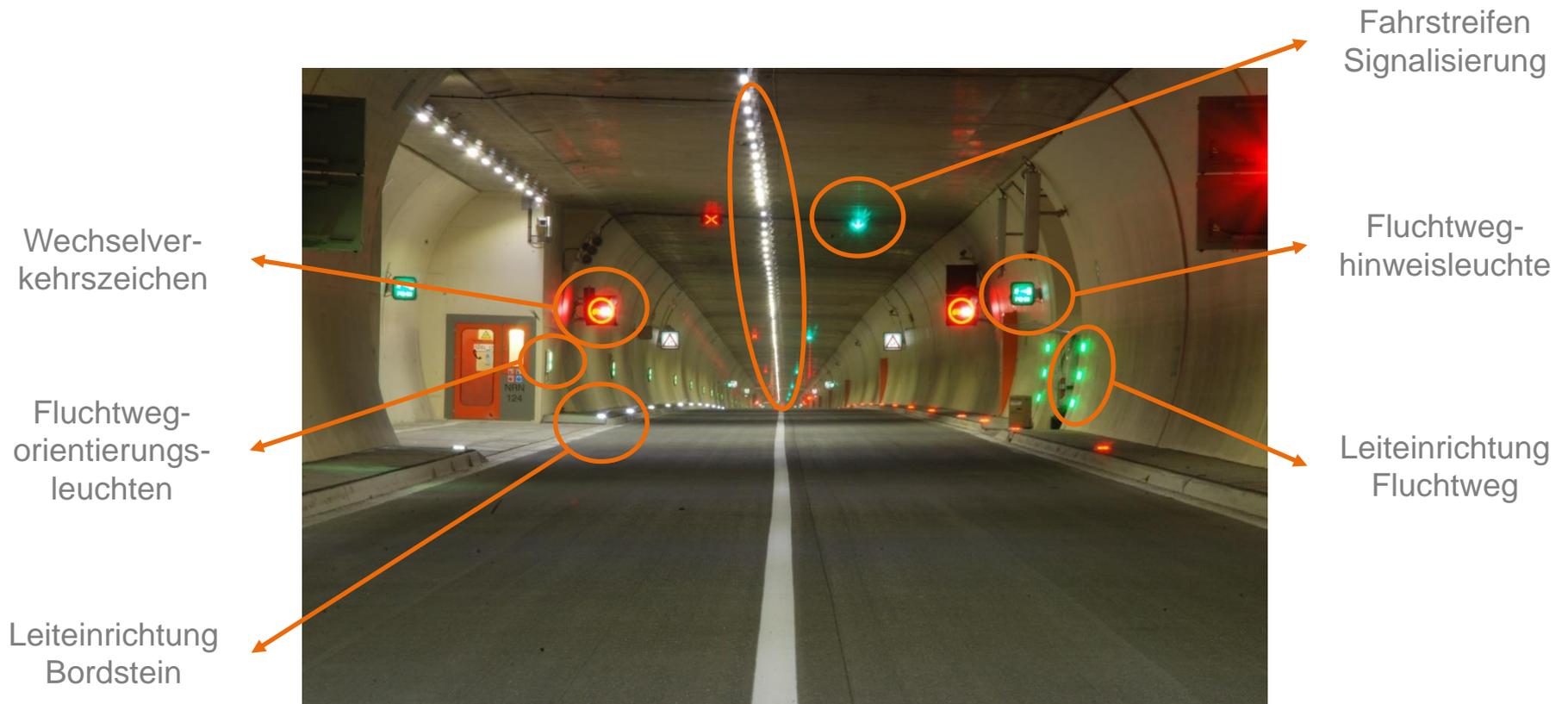


# Ausgangslage Einsatzformen Allgemein



Symbolbild

# Ausgangslage Einsatzformen im Tunnel



# LED-Projekte der ASFINAG bis 2015



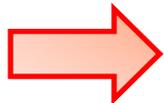
# LED-Projekte bis 2015

## Was haben wir bisher gemacht?

- ASFINAG Tunnelprojekte mit LED bis jetzt  
„Chronologie einer Entwicklung“



- 2005 erste (uns bekannte) Tunnelbeleuchtungsprojekte in Europa
- 2006 erstes Pilotprojekt im ASFINAG-Streckennetz beim Tunnel Steinbruchmure im Zuge der A12 Inntal Autobahn
- 2010/11 Ausstattung Einhausung Amras im Zuge der A12 Inntal Autobahn
- 2012/13 Ausstattung Pfändertunnel im Zuge der A14 Rheintal Autobahn
- 2014 Veröffentlichung der neuen RVS 09.02.41 – Tunnelbeleuchtung, welche bereits Regularien für LED-Beleuchtung enthält



- **2014/15 Beleuchtungsstrategie ASFINAG**

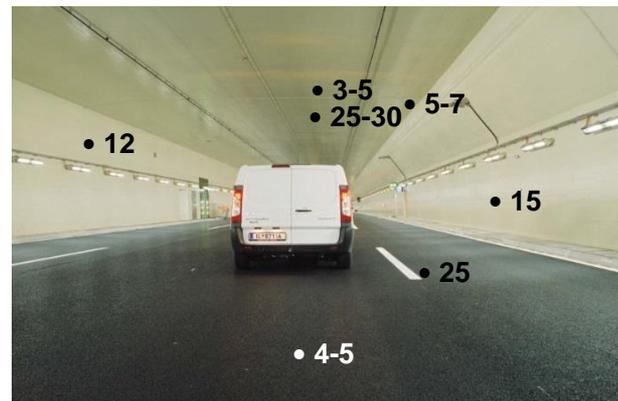


- 2016 Ausgabe des ASFINAG Planungshandbuches Tunnelbeleuchtung (inkl. Vorgaben für LED-Innenstreckenbeleuchtung)

# LED-Projekte bis 2015



Leuchten von Dellux (Kanada)



Leuchten von BROLL (Deutschland)



Leuchten von Swareflex (Österreich)

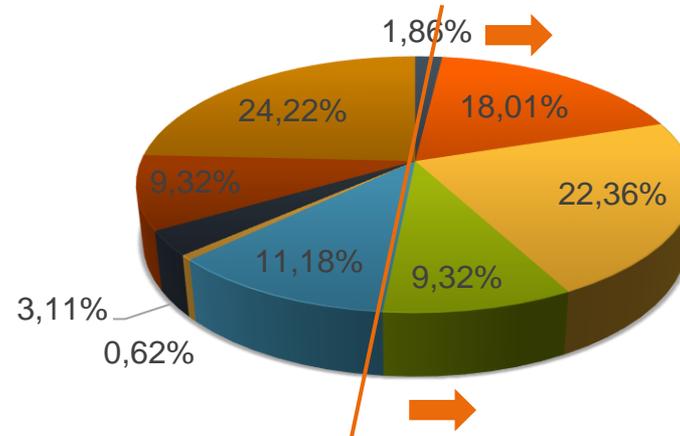
# ASFINAG Beleuchtungsstrategie 2015ff



# ASFINAG Beleuchtungsstrategie 2015ff

## Ausgangslage CSI 2015

Anzahl: 161 zw. Jänner 2005 und Jänner 2015



### Aussage:

ca. 50% der Rückmeldungen betreffen Tunnelbeleuchtung hinsichtlich:

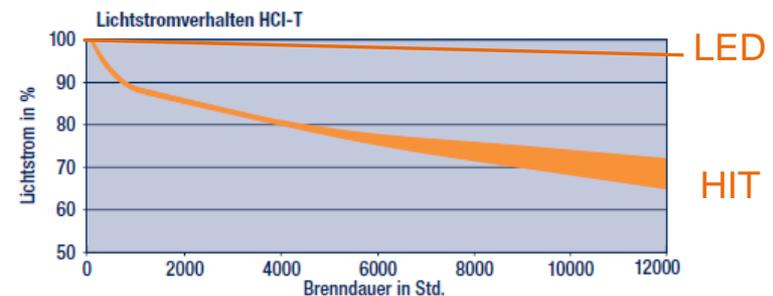
- Steuerung
- Gestaltung
- Ausfall

- Tunnelbeleuchtung im Baustellenbereich (warum kein Licht beim Einfahrtsportal,...)
- Beleuchtungsregelung (Beleuchtung in der Nacht zu hell, ...)
- Allgemeine Aussage zur Beleuchtung (Helligkeit, Farbe, Blendung, zu stark, Monotonie, zu schwach ...)
- Defekt bei Tunnelbeleuchtung (Lampen ausgefallen, ...)
- Verkehrszeichen, LED-Bordsteinbeleuchtung (warum links rot und rechts weiß, zu hell, blinken, sind ausgefallen, ...)
- Verschmutzung (Beleuchtung ist verschmutzt, ...)
- Werbung (Unternehmen aquirieren über das Servicecenter, ...)
- Information (Kunde wünscht Auskunft zu technischen Daten, Fabrikaten, ...)
- nicht Beleuchtung oder Verkehrstechnik zuordenbar

# ASFINAG Beleuchtungsstrategie 2015ff

## Bewertung LED vs. HIT / NaH

- Erfahrungen durch die Pilotprojekte (auch International) vorhanden
- Produkte am Markt erfüllen zum großen Teil die RVS 09.02.41
- PRO LED-Technik:
  - Wirkungsgrad um ca. 40 – 50% besser als HIT
  - Lebensdauer des Leuchtmittels garantiert 80.000 bis 100.000 h (15.000 h bei HIT)
  - Keine grünliche Verfärbung über die Lebensdauer
  - Einfache Regelung (Anpassung der Helligkeit)
  - Wesentlich geringer Lichtstromrückgang
- CONTRA LED-Technik:
  - wenig Langzeiterfahrung im Betrieb (ca. 4 Jahre)
  - höhere Investitionskosten als HIT / NaH
  - Vielfalt an technischen Lösungen am Markt
  - Aufwendigere Regelung (Wärmeentwicklung)
  - Einfacher Leuchtmitteltausch nicht möglich, d.h. nach 80.000h bis 100.000h muss die gesamte Leuchten- und Steuereinheit getauscht werden.



# ASFINAG Beleuchtungsstrategie 2015ff

## Strategische Stoßrichtungen

### 1. Innenstreckenbeleuchtung

- Ausführung ab sofort mit LED-Leuchten
- Einführung von 3 Clustern entsprechend Verkehrsparameter
- Mitstrahlprinzip soll weiter evaluiert werden

### 2. Einfahrtsbeleuchtung

- Wirtschaftlichkeit noch nicht gegeben, daher weiterhin NaH
- Umsetzung von 3 Pilotprojekten mit LED-Leuchten
- Überarbeitung RVS für Einführung LED notwendig

# ASFINAG Beleuchtungsstrategie 2015ff

## Clusteransatz für Innenstreckenbeleuchtung

Standard

Komfort

Premium

JDTV (KfZ / 24h)	< 30.000	> 30.000 und < 50.000	> 50.000
GV-Tunnel (m)	< 1.000	1.000 – 7.000	> 7.000



Farbwiedergabe

Längsgleich-  
mäßigkeit

Technische Verfügbarkeit  
und Wartungsfreundlichkeit

ein mehr an:

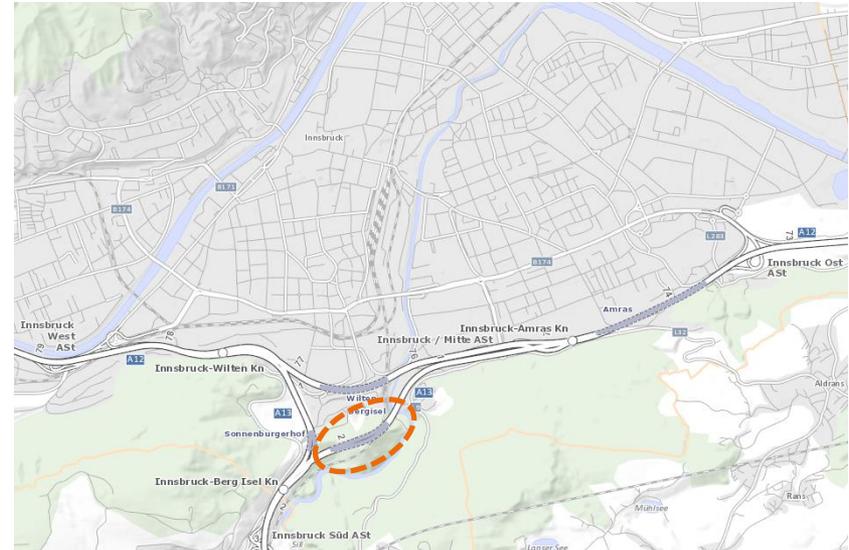
- Kundenzufriedenheit
- Streckenverfügbarkeit
- Tunnelsicherheit
- Arbeitssicherheit

## Realisierte Projekte ab 2015



# Realisierte Projekte ab 2015

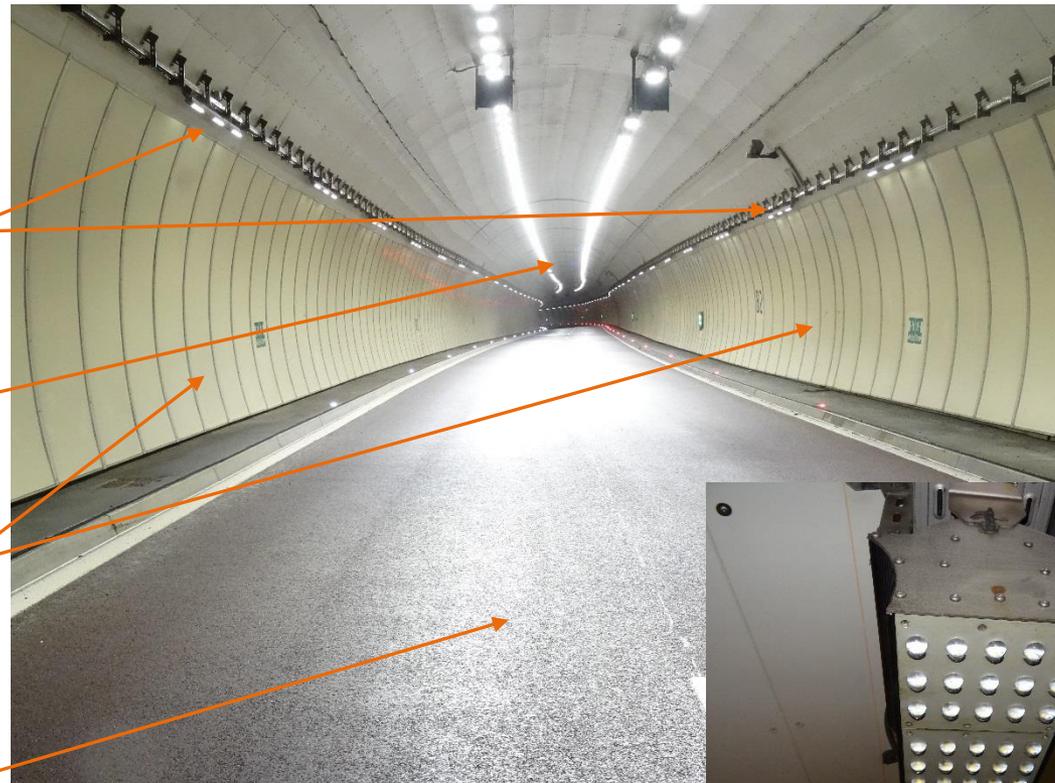
## A13 - Bergiseltunnel



- Länge ca. 490m
- JDTV ca. 34.000
- Einfahrt und Innenstrecke mit LED-Leuchten
- ISB umschaltbar zw. Mitstrahl- und symmetrischer Beleuchtung
- Umgesetzter CLUSTER: Komfort

# Realisierte Projekte ab 2015

## A13 - Bergiseltunnel



Innenstreckenbeleuchtung  
im Mitstrahlbetrieb  
mit seitlicher Anordnung

Einfahrtsbeleuchtung

Emaillierte  
Wandpaneele

Asphaltbelag mit  
Zuschlagsstoff  
„Eisenoxid“



# Realisierte Projekte ab 2015

## A13 - Bergiseltunnel



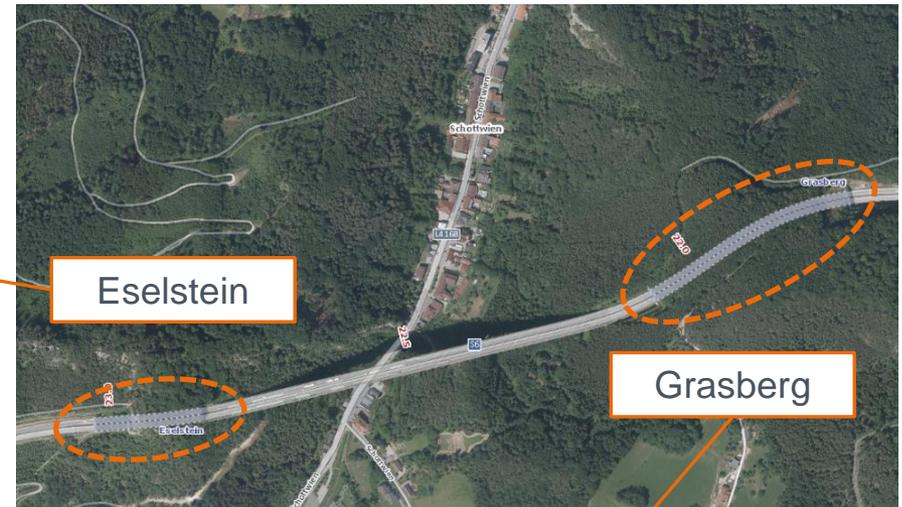
Innenstreckenbeleuchtung  
im Mitstrahlbetrieb  
(mit Endbelag)

Innenstreckenbeleuchtung  
im sym. Betrieb  
(mit Altbelag)



# Realisierte Projekte ab 2015

## S6 – Grasberg/Eselstein



- Länge: 175m (Eselstein) und 370m (Grasberg)
- JDTV ca. 15.000
- Einfahrt und Innenstrecke mit LED-Leuchten
- Umgesetzter CLUSTER: Standard



# Realisierte Projekte ab 2015

## S6 – Grasberg/Eselstein



Eselstein



Sehr dunkler Asphalt-Belag



Grasberg

# Realisierte Projekte ab 2015

## S6 – Grasberg/Eselstein



# Realisierte Projekte ab 2015

## A1 – Tunnel Lieferung



- Länge 502m
- JDTV ca. 99.000
- Einfahrtsbeleuchtung NaH
- Innenstreckenbeleuchtung in LED
- Umgesetzter CLUSTER: Premium

# Realisierte Projekte ab 2015

## A1 - Tunnel Lieferung



Einfahrtsbeleuchtung  
in NaH-Technik

Innenstreckenbeleuchtung  
LED im Lichtband



Heller EP-Grip Belag

# Realisierte Projekte ab 2015

## A1 – Tunnel Lieferung

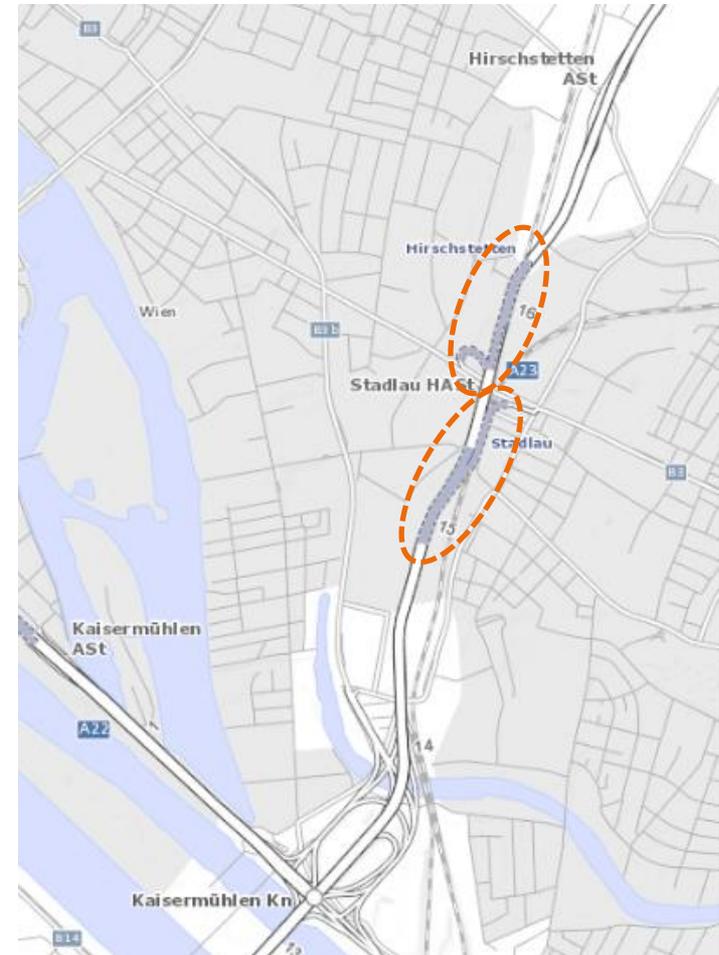


# Realisierte Projekte ab 2015

## A23 – Tunnel Stadlau/Hirschstetten

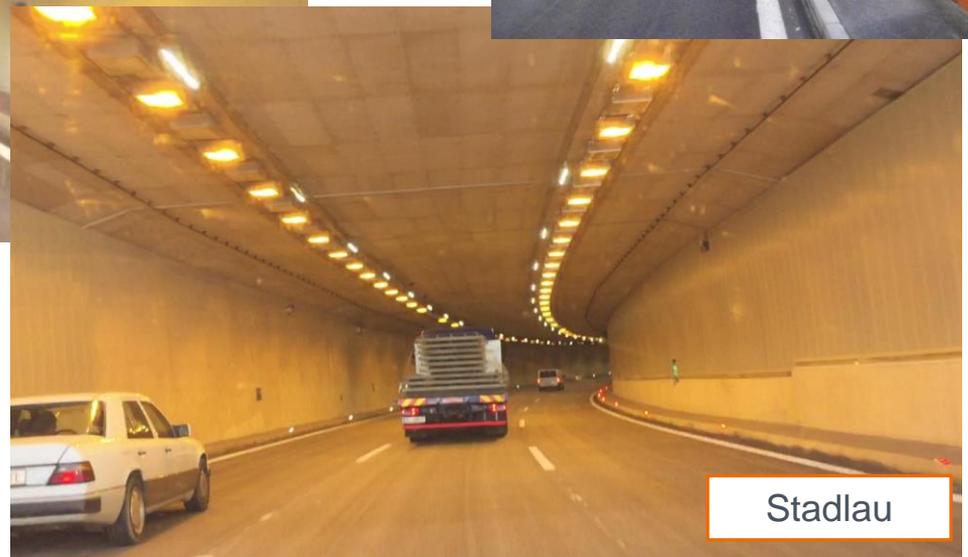


- Länge: 465m (Stadlau)  
500m (Hirschstetten)
- JDTV ca. 97.000
- Einfahrtsbeleuchtung NaH
- Innenstreckenbeleuchtung in LED
- Umgesetzter CLUSTER: Komfort



# Realisierte Projekte ab 2015

## A23 – Tunnel Stadlau/Hirschstetten



# Ansatz in Risikoanalyse für Komfort und Premium



# Ansatz in Risikoanalyse für Komfort und Premium

Berechnung Unfallrate:

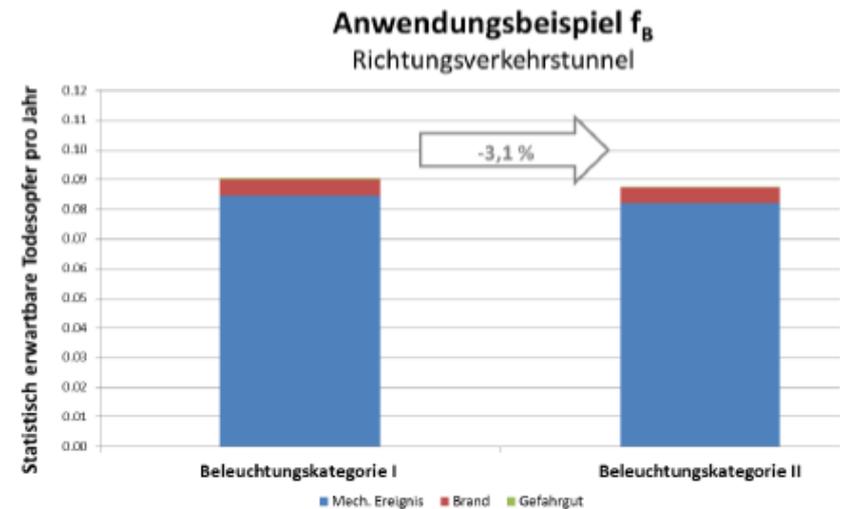
$$R_U = R_{U0} * f_{VK} * f_{TL} * f_{VF} * f_B$$

$$f_B = 1 - \left( 0.045 \times \frac{L_{Tunnel}[m] - 300}{3706} \right)$$

Berechnung des beleuchtungsinduzierten Unfallratenmodifikationsfaktors

Beispielrechnung:

Eigenschaft	Wert
Verkehrsführung	Richtungsverkehr
Tunnellänge	3000 m
Längsneigung	1 %
JDTV	20.000 Kfz/Tag
Schwerverkehrsanteil	10,5 %
Anzahl Fahrstreifen pro Röhre	2
Zulässige Höchstgeschwindigkeit	100 km/h
Lüftungssystem	Mechanische Längslüftung
Notausgangsabstand	250 m



Reduktion beim mechanischen Ereignis!

# Lesson learned



# Lesson learned

## Erreichte Ziele mit LED-Leuchten

- Beleuchtungsqualität wird durch weißes Licht stark verbessert
- Mitstrahlprinzip subjektiv noch angenehmer, aber auch noch teurer (Untersuchung Vor- und Nachteile noch im Laufen)
- Belag- / Wand- und Deckengestaltung sehr wichtig für Gesamteindruck
- Bessere Führung durch längliche Tunnelleuchten / Leuchtenabstand
- Reaktionszeiten der Tunnelnutzer wird signifikant verbessert
- Getroffene Ansätze der Energieeinsparung werden erreicht
- Lichtstromrückgang über Lebensdauer der Leuchte ist sehr gering
- Zentrale Elektronik von Vorteil für den Betrieb
- Kaum Ausfälle von Leuchtmitteln registriert



# Lesson learned

## Verbesserungspotential / Sensibilisierung

- Blendung bei LED-Leuchten ist Thema (viel Licht auf kleiner Fläche)
- Abstimmung Belagsreflexionskoeffizient  $q_0$  ist sehr wichtig !!!! => anzustreben  $\geq 0,07$
- Abwärme in Betriebsgebäuden ist nicht zu unterschätzen (Lüftung/Klimatisierung)
- Registrierte Ausfälle betreffen fast immer Regelung / Netzteile
- Verschmutzung insbesondere bei reinen Linsenlösungen höher
- In Diskussion: Reinigungsintervall / Reinigungsart (Düse vs. Bürste) sowie Planungsfaktor 0,67 oder 0,5
- Intensive Begleitung zur Produktentwicklung notwendig





[asfinag.at](https://www.asfinag.at)