

Anforderungen an die Brand- Notbeleuchtung im Tunnel bei Rauch

Ergebnisse des Forschungsauftrages

Einführung

Auslöser

- 1999 Tunnelbrände in Italien, Österreich und der Schweiz



Einführung

Maßnahmen

- 2001 Allg. Rundschreiben des BMV BW
- 2002 Start des Forschungsauftrages
- 2003 Novellierung der RABT 94
- 2003 Start des Nachrüstungsprogramms
- 2005 ARS 19 / 2005 des BMV BW
- 2006 Novellierung der RABT 2003

Aufgabenstellung

Ermittlung der erforderlichen Parameter

- Lichttechnisch
 - Sichtweiten bei Rauch
- Elektrisch / Mechanisch
 - Gewährleistung der Funktion
- Abgleich mit den nach RABT 2003 vorgesehenen Komponenten
- Vorgaben zur Ausführung

Verfügbare Forschungsmittel

- Experimentelle Befunde sind nicht verfügbar
- Rückgriff auf theoretische Modelle

Grundsätzliche Lichtschwächung bei Rauch

Exponentielle Schwächung des Lichtes an den Rauchpartikeln mit zunehmender Dichte und Dicke der zu durchdringenden Rauchsicht nach Bouguer-Lambert.

- Rauchdichte
- Rauchkonsistenz

Lichtschwächung bei Rauch

- Rauchdichte

Rauchdichte	Optische Dichte D_{τ} (d = 1m)	Transmission τ (d = 1m)	Lichtschwächung k / m ⁻¹
sehr gering	0,11	78%	0,25
gering	0,22	61%	0,5
mittel	0,43	37%	1
stark	0,87	14%	2
sehr stark	1,74	2 %	4

Lichtschwächung bei Rauch

- Rauchkonsistenz

Rauchkonsistenz	Farbe	Absorptionsanteil	Streuanteil
Schwelbrände	weiß	20 %	80 %
	grau	50 %	50 %
Kraftstoffbrände	schwarz	80 %	20 %
Licht-Schwächungskoeffizient k / m^{-1}		k_A/k	k_S/k

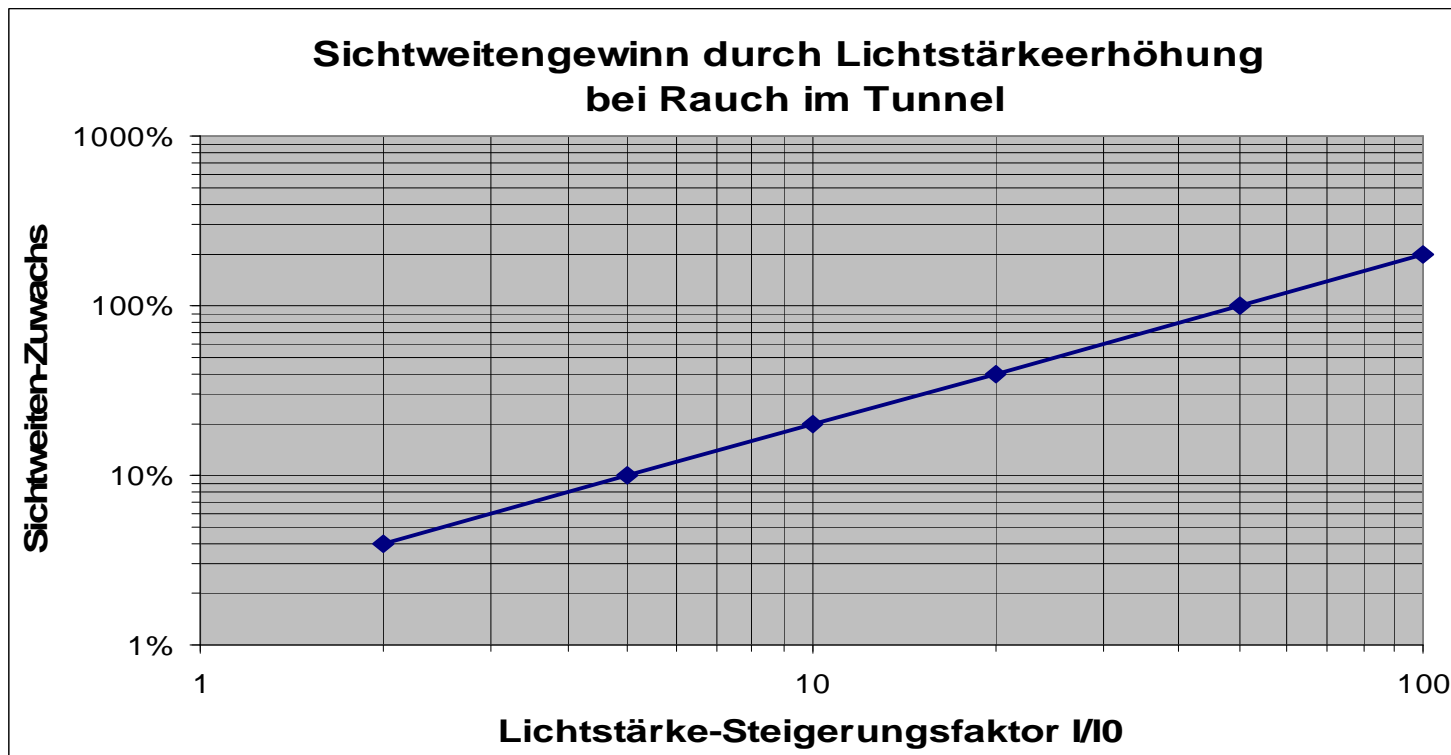
Sichtweite bei Rauch

**Definition der Sichtweite:
Beobachtungsentfernung, aus der ein
Sehobjekt bei Rauch gerade noch wahr-
genommen werden kann**

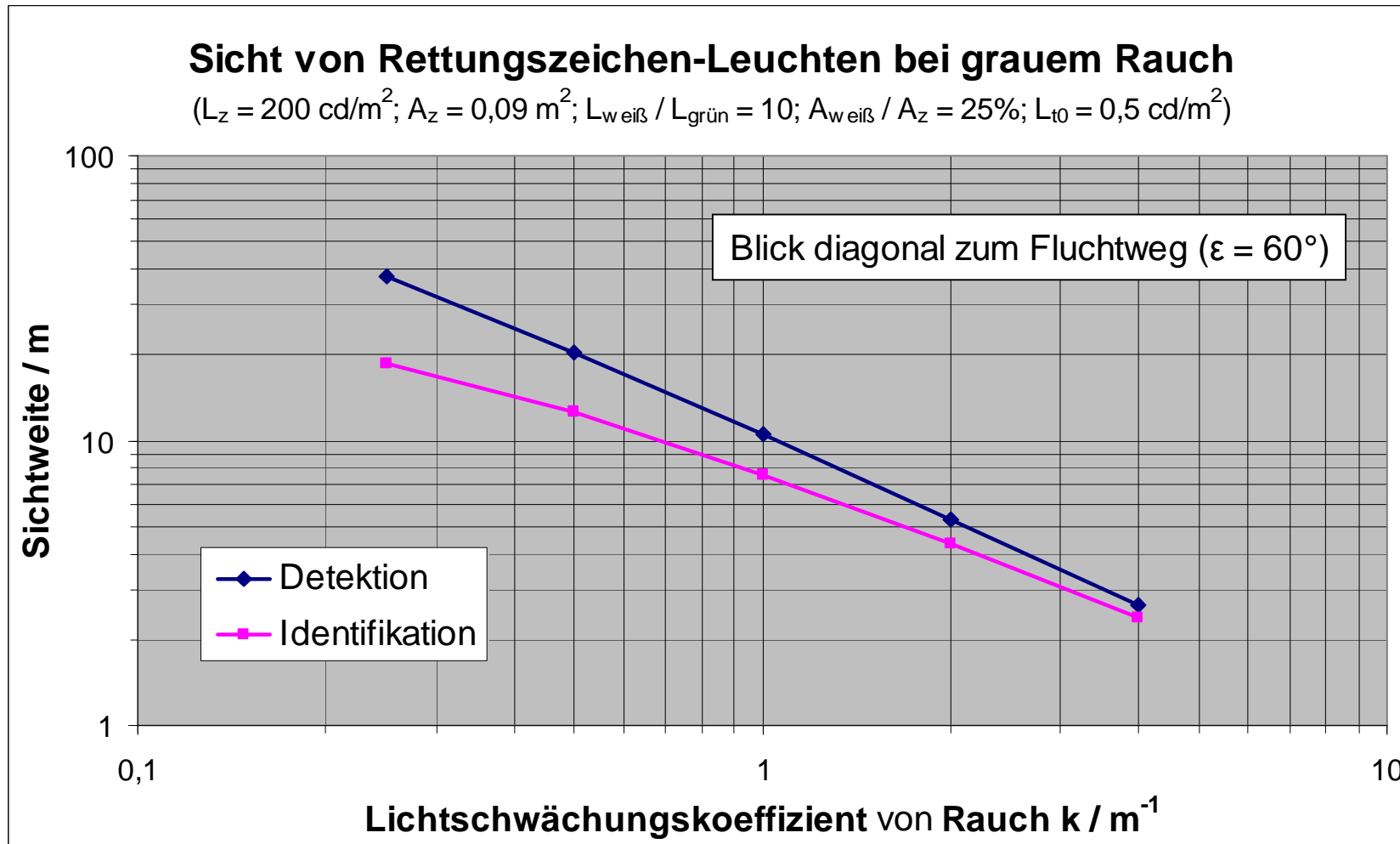
- Rettungszeichen-Leuchte
 - Identifikation
- Orientierungsleuchte
 - Detektion

Sichtweite bei Rauch

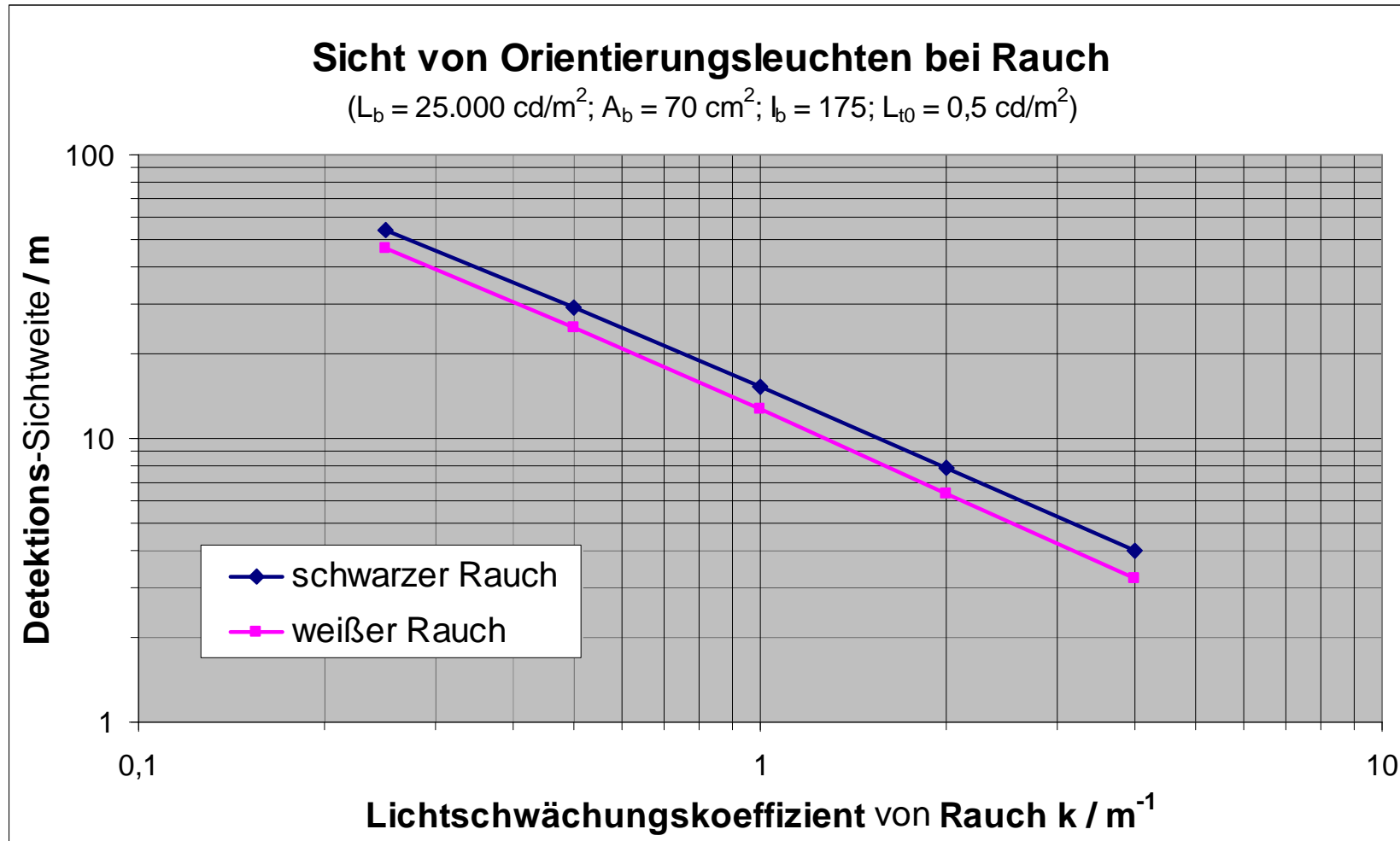
- Sichtweitengewinn durch Lichtstärkerhöhung



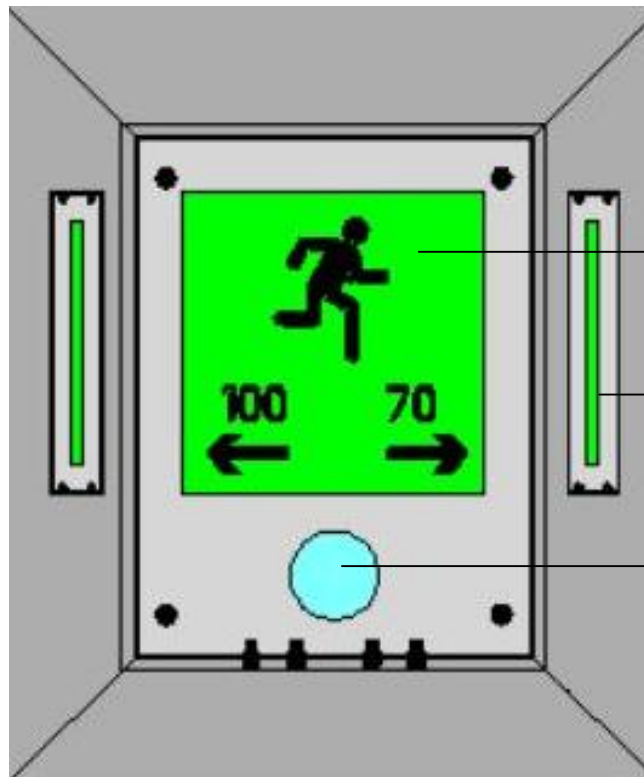
Sicht von Rettungszeichen-Leuchten bei Rauch



Sicht von Orientierungsleuchten bei Rauch



Komponenten der Brand-Notbeleuchtung



Rettungszeichenleuchte

LED - Lichterkette

Orientierungsleuchte

Komponenten der Brand-Notbeleuchtung

- Rettungszeichen-Leuchte
 - Sehaufgabe: Identifikation des Rettungszeichen
 - Lichttechnische Parameter:
(gemäß Gestaltungsvorschlag der RABT)
 - $L_z = 200 \text{ cd/m}^2$
 - $A_0 = 30 \times 30 \text{ cm}$
 $= 0,09 \text{ m}^2$
 - $I_\varepsilon = L_z \times A_0 \times \cos(\varepsilon)$
 - $I_{0^\circ} = 18 \text{ cd}$
 - $I_{60^\circ} = 9 \text{ cd}$

Komponenten der Brand-Notbeleuchtung

- Orientierungsleuchte
 - Sehaufgabe: Detektion der nächsten Leuchte
 - Lichttechnische Parameter:
(gemäß Gestaltungsvorschlag der RABT)
 - $I_{0^\circ} = 175 \text{ cd}$
 - $I_{87^\circ} = 88 \text{ cd}$

Komponenten der Brand-Notbeleuchtung

Orientierungsleuchte bei Rauch im Tunnel



Komponenten der Brand- Notbeleuchtung



DR.- ING. KLAUS EBERBACH
Ingenieurberatung für Lichttechnik

best

Stredich + Partner GbR

Ingenieurgesellschaft für technische
Gebäude- und Tunnelausrüstung

Ergebnisse

- Steigerung der Lichtstärke bei starker Rauchdichte wirtschaftlich nicht vertretbar

Lichtstärke-Steigerungsfaktor	Sichtweitzuwachs (%)
2	4
10	20
50	100

Ergebnisse

- Ermittelte Sichtweiten können zur Festlegung von Mindestabständen dienen

Sichtweite bei	Rettungszeichen- Leuchte (Identifikation)	Orientierungsleuchte (Detektion)
$k = 0,25$	19 m	50 m
$k = 1$ (mittlere Rauchdichte)	7,5 m	14 m
$k = 4$	2,5 m	3,5 m

Ausblick

- Bei starker Rauchdichte bieten sich lichterketten-artige Alternativen mit einem $L_{pA} \leq 50$ cm und $I_{\varepsilon} = 1,4$ cd an
- Bei Nutzung der Aktiven Leiteinrichtungen (LED-Marker) im Tunnel zur Orientierung im Brandfall müssen an deren Lichtstärkeverteilung zusätzliche Anforderungen gestellt werden

Ausblick

- Aktive Leiteinrichtungen (LED-Marker)

