



WEBINAR

TUNNELBAU – LASTFALL BRAND

Dr. Philipp Grosser
Julia von der Warth

07.12.2020
Kaufering

AGENDA

- **Historische Entwicklung – Bedeutung des Lastfalls Brand im Tunnel**
- Welche Anwendungen im Tunnel müssen für den Lastfall Brand ausgelegt werden?
- Qualifizierung und Bemessung von Befestigungen für den Lastfall Brand
- Detaillierte Übersicht zu einigen Anwendungen
- Portfolio Übersicht
- Bemessungsbeispiel
 - Nachträgliche Befestigungsmittel → Profis Engineering
 - Nachträglich installierte Bewehrungsstäbe → Profis Rebar

TUNNELBRÄNDE MIT BRANDOPFERN

Jahr	Tunnel, Land	Typ / Länge	Branddauer	Fahrzeuge	Tote
1972	Vierzy Tunnel Frankreich	Bahn 1,4 km	-	2 Züge	108
1983	Pecorila Galleria, Italien	Strasse 0,66 km	-	10 Autos	9
1986	L'Arme, Frankreich	Strasse 1,1 km	-	1 LKW, 4 Autos	3
1987	Kings Cross, UK	Bahnhof	-	-	31
1987	Gumefens, Schweiz	Strasse 0,34 km	2h	2 LKWs, 1 Lieferwagen	2
1993	Serra Ripoli, Italien	Strasse 0,44 km	2h 30min	5 LKWs, 11 Auto	4
1995	Pfänder, Österreich	Strasse 6,72 km	1h	1 LKW, 1 Lieferwagen, 1 Auto	3
1996	Isola delle Femmine, Italien	Strasse 0,15 km	-	1 Tankwagen, 1 Bus, 18 Autos	5
1996	Velsen Tunnel, Niederlande	Strasse 0,77 km	-	2 LKWs, 4 Autos	5
1999	Mont Blanc, Frankreich	Strasse 11,6 km	2.2 Tage	23 LKWs, 10 Autos, 1 Motorrad, 2 Löschfahrzeuge	39
1999	Tauern Tunnel, Österreich	Strasse 6,4 km	15h	14 LKWs, 26 Autos	12
2000	Kaprun, Österreich	Bahn, 10 km	-	1 Zug	155
2001	Gleinalm, Österreich	Strasse 8,32 km	-	1 Bus	5
2001	St. Gotthard Tunnel, Schweiz	Strasse 16,9 km	-	2 LKWs	11



Velsen Tunnel



Kaprun Tunnel



Mont Blanc Tunnel



Gotthard Tunnel

WARUM TUNNELBAUWERKE SCHÜTZEN?

Gründe für Brände



- Elektrischer Defekt
- Überhitzung des Motors
- Überhitzung der Bremsen
- Unfälle
- Menschliches Fehlverhalten
- Technische Defekte der Tunnelausrüstung

Probleme im Fall eines Brandes



- kein Licht
- lange Wege
- keine Kommunikation
- keine Sicht & keine Orientierung
- meist keine Löschwasserversorgung
- keine Transportausrüstung
- starke Rauchentwicklung
- giftige Gase
- grosse Hitze / Wärmeabgabe

Schäden



- Tunnelausrüstung
- Betonelemente
- Explosive Abplatzungen
- Abgebranntes Plastik oder Gummi das in Verbindung mit Feuchtigkeit aggressiv auf den Beton wirkt
- Korrosionsschäden durch freigelegte Bewehrung

HAUPTGRÜNDE UM TUNNELBAUWERKE ZU SCHÜTZEN

1. Schutz von Menschenleben

2. Tragfähigkeit der Struktur

3. Wirtschaftlicher Schaden

→ Nach dem Brand im Mont Blanc Tunnel hat die Europäische Union (EU) ein Sicherheitskonzept für Tunnel erstellt in dem der Brandschutz eine wesentliche Rolle spielt (Directive 2004/54/EC).

AGENDA

- Historische Entwicklung – Bedeutung des Lastfalls Brand im Tunnel
- **Welche Anwendungen im Tunnel müssen für den Lastfall Brand ausgelegt werden?**
- Qualifizierung und Bemessung von Befestigungen für den Lastfall Brand
- Detaillierte Übersicht zu einigen Anwendungen
- Portfolio Übersicht
- Bemessungsbeispiel
 - Nachträgliche Befestigungsmittel → Profis Engineering
 - Nachträglich installierte Bewehrungsstäbe → Profis Rebar

BEI WELCHEN ANWENDUNGEN IM TUNNEL IST DER LASTFALL BRAND ZU BERÜCKSICHTIGEN?

Nachträgliche Beton-Betonverbindungen	Brandschutzsystemen	Wandverkleidungen	Kabel und Rohre	Belüftungssystemen
Fahrleitungen	Handläufe	Licht-, Leit-, Signal- und Telekommunikationstechnik	Befestigungen im Schacht – Stützwand	Befestigungen im Schacht – Baustelleneinrichtung
Bewehrungsmatten für Spritzbeton	Temporäre Befestigungen – Licht und Signaltechnik	Temporäre Befestigungen – Kabel und Rohre		
			Permanente Befestigungen	Temporäre Befestigungen

DER BRANDWIDERSTAND DER BEFESTIGUNGEN HÄNGT WESENTLICH VON DER ART DER KONSTRUKTION DES VERANKERUNGSPUNKTS AB

Direkte Brandbeanspruchung

Nachträgliche Befestigungsmittel die direkt einer Brandbeanspruchung ausgesetzt sind



Indirekte Brandbeanspruchung

Nachträglich installierte Bewehrungsstäbe (Beton-Betonverbindungen)



Einhausung, Verkleidung, Beschichtung oder Betonummantelung der Stahlteile

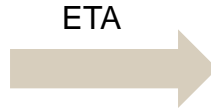


Fokus der Präsentation

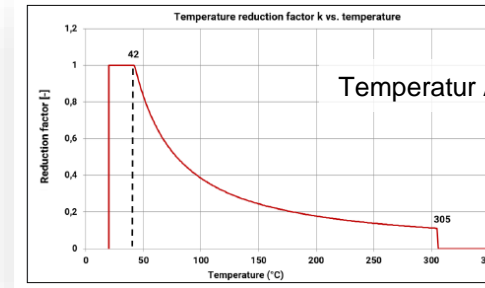
AGENDA

- Historische Entwicklung – Bedeutung des Lastfalls Brand im Tunnel
- Welche Anwendungen im Tunnel müssen für den Lastfall Brand ausgelegt werden?
- **Qualifizierung und Bemessung von Befestigungen für den Lastfall Brand**
- Detaillierte Übersicht zu einigen Anwendungen
- Portfolio Übersicht
- Bemessungsbeispiel
 - Nachträgliche Befestigungsmittel → Profis Engineering
 - Nachträglich installierte Bewehrungsstäbe → Profis Rebar

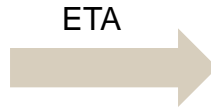
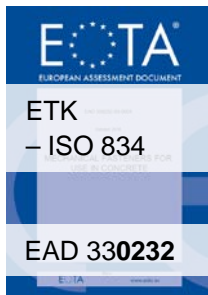
WIE WERDEN BEFESTIGUNGEN FÜR DEN LASTFALL BRAND QUALIFIZIERT (ETK)?



Zug: **Verbundversagen**



Stahl entsprechend EC1-1 Teil 2 (nicht massgebend: Stahl bei 500°C)

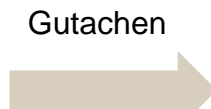


Zug: **Stahlversagen**, Herausziehen, Betonversagen
Querlast: Stahlversagen mit/ohne Hebelarm, Pryoutversagen, Betonkantenbruch

R30	$N_{Rk,s,fi}$	[kN]	0,9	2,5	5,0	9,0	15,0	20,0
R60	$N_{Rk,s,fi}$	[kN]	0,7	1,5	3,5	6,0	10,0	15,0
R90	$N_{Rk,s,fi}$	[kN]	0,6	1,0	2,0	3,5	6,0	8,0
R120	$N_{Rk,s,fi}$	[kN]	0,5	0,7	1,0	2,0	3,5	5,0



Versuchsdurchführung und Bewertung entsprechend den Regelungen in der EAD 330232, jedoch getestet im gerissenen Beton, ETK – ISO 834



Zug: **Stahlversagen**, Herausziehen, Betonversagen
Querlast: Stahlversagen mit/ohne Hebelarm, Pryoutversagen, Betonkantenbruch

R30	$N_{Rk,s,fi}$	[kN]	0,9	2,5	5,0	9,0	15,0	20,0
R60	$N_{Rk,s,fi}$	[kN]	0,7	1,5	3,5	6,0	10,0	15,0
R90	$N_{Rk,s,fi}$	[kN]	0,6	1,0	2,0	3,5	6,0	8,0
R120	$N_{Rk,s,fi}$	[kN]	0,5	0,7	1,0	2,0	3,5	5,0

BEMESSUNG VON DÜBELN FÜR DEN LASTFALL BRAND (1/2)

Bemessungskonzept



- Die Bemessung erfolgt nach EC2-4 Anhang D. Der Brandwiderstand wird entsprechend EN 13501-2 auf Basis der Standard ISO Einheitstemperaturkurve (ETK) ermittelt.
- Generell erfolgt die Bemessung für den Lastfall Brand entsprechend den Vorgaben für die Umgebungstemperatur in EN1992-4. Allerdings werden die Teilsicherheitsfaktoren und char. Widerstände für Brand anstelle der entsprechenden Werte unter Umgebungstemperatur verwendet.
→ **R: Reduzierte Tragfähigkeit im Brandfall während der geforderten Widerstandsdauer**
- Einwirkungen auf die Befestigungen im Lastfall Brand werden unter Verwendung der Lastkombinationen für außergewöhnliche Lasten nach EN1990 ermittelt.
- Teilsicherheitsfaktoren auf der Materialseite $\gamma_{M,fi}$ können dem nationalen Anhang entnommen werden, der empfohlene Wert ist $\gamma_{M,fi} = 1,0$ für Stahlversagen und Betonversagen unter Querlast. Für Betonversagensarten unter Zug ist $\gamma_{M,fi} = 1,0 \cdot \gamma_{inst}$
- Brandbemessung bedeutet “Kalt” and “Heiß” Bemessung! Es gibt nicht nur eine “Heiß” Bemessung. Daher kann auch die “Kalt” Bemessung den maßgebenden Lastfall darstellen.

Brandbeanspruchung

- Die Bemessungsmethode deckt nur Befestigungen ab, die einseitig beflammt werden



- Für eine Brandbeanspruchung von mehr als einer Seite kann die Bemessungsmethode nur verwendet werden, wenn der Randabstand $c \geq \max(300\text{mm}; 2h_{ef})$ ist.



BEMESSUNG VON DÜBELN FÜR DEN LASTFALL BRAND (2/2)

Stahlversagen:

$$N_{Rk,s,fi} = V_{Rk,s,fi} = \sigma_{Rk,s,fi} \cdot A_s \quad M_{Rk,s,fi}^0 = 1,2 \cdot W_{el} \cdot \sigma_{Rk,s,fi}$$



Stahlspannung entsprechend EC2-4 Tabelle D.1 und D.2 oder entnommen aus der relevanten Europäischen Technischen Bewertung

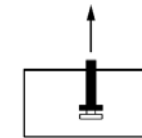
Herausziehen:

$$N_{Rk,p,fi(90)} = 0,25 \cdot N_{Rk,p}$$

für eine Brandeinwirkung bis zu 90 min

$$N_{Rk,p,fi(120)} = 0,20 \cdot N_{Rk,p}$$

für eine Brandeinwirkung zwischen 90 min und 120 min



Betonversagen:

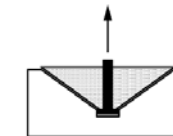
Betonausbruch:

$$N_{Rk,c,fi(90)}^0 = \frac{h_{ef}}{200} \cdot N_{Rk,c}^0 \leq N_{Rk,c}^0$$

für eine Brandeinwirkung bis zu 90 min

$$N_{Rk,c,fi(120)}^0 = 0,8 \frac{h_{ef}}{200} \cdot N_{Rk,c}^0 \leq N_{Rk,c}^0$$

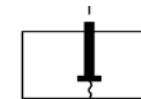
für eine Brandeinwirkung zwischen 90 min und 120 min



$$s_{cr,N} = 2 c_{cr,N} = 4 h_{ef}$$

Spalten:

Spaltkräfte werden von der Bewehrung aufgenommen



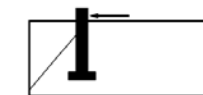
Betonkantenbruch:

$$V_{Rk,c,fi(90)}^0 = 0,25 \cdot V_{Rk,c}^0$$

für eine Brandeinwirkung bis zu 90 min

$$V_{Rk,c,fi(120)}^0 = 0,20 \cdot V_{Rk,c}^0$$

für eine Brandeinwirkung zwischen 90 min und 120 min



Pryoutversagen:

$$V_{Rk,cp,fi(90)} = k_g \cdot N_{Rk,c,fi(90)}$$

$$V_{Rk,cp,fi(120)} = k_g \cdot N_{Rk,c,fi(120)}$$



BEMESSUNG VON BEWEHRUNG FÜR DEN LASTFALL BRAND

Bemessungskonzept



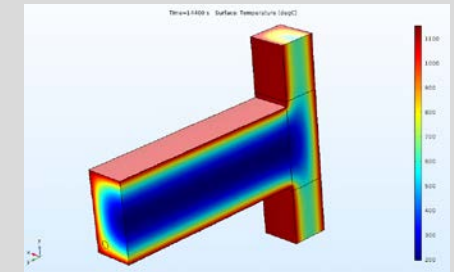
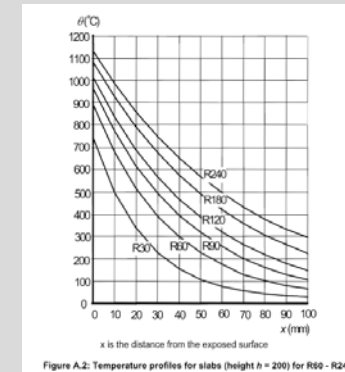
- Die Bemessung erfolgt nach EC2-1 Teil 2.
- Generell erfolgt die Bemessung für den Lastfall Brand entsprechend den Vorgaben für die Umgebungstemperatur in EC2-1. Allerdings wird der Verbund für den Fall Brand anstelle dem entsprechenden Wert unter Umgebungstemperatur verwendet.

Temperatur entlang der Verankerungslänge konstant:

→ Auf Basis der Branddauer und der Isotherme in EC2 wird die Temperatur im Bewehrungsseisen bestimmt

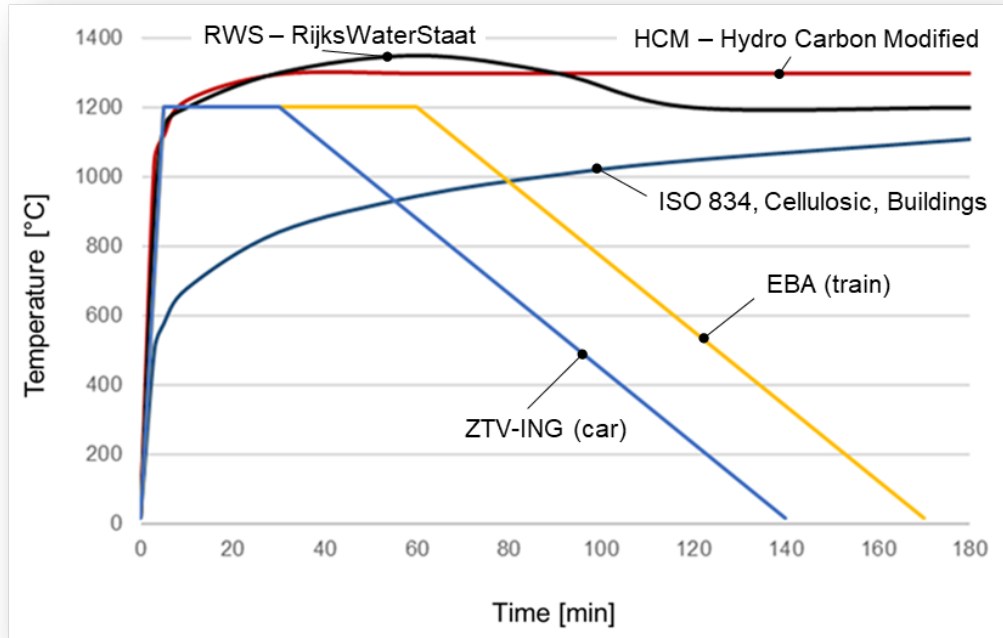
Temperatur entlang der Verankerungslänge nicht konstant:

→ Die Temperatur im Bewehrungsseisen wird mittels FEM bestimmt



- Einwirkungen im Lastfall Brand dürfen durch den Faktor η_{fi} reduziert werden. Vereinfacht kann der Faktor mit $\eta_{fi} = 0,7$ angenommen werden.
- Die Lastkombinationen werden mit einem Teilsicherheitsfaktor $\gamma_S = 1,0$ für das Bewehrungsseisen gerechnet.
- Mit den tabellierten Werten in EC2-1 wird eine kritische Temperatur im Brandfall von 500°C unterstellt. Es wird eine volle Ausnutzung des Querschnitts angenommen. Ist ein Querschnitt nicht voll ausgenutzt, darf der Achsabstand reduziert werden.
- Brandbemessung bedeutet “Kalt” and “Heiß” Bemessung! Es gibt nicht nur eine “Heiß” Bemessung. Daher kann auch die “Kalt” Bemessung der maßgebende Lastfall für die Ermittlung der Verankerungs-/Übergreifungslänge sein.

DIE UNTERSCHIEDLICHEN BRANDSZENARIEN IM TUNNEL KONNTEN DURCH INTENSIVE FORSCHUNG HERGELEITET WERDEN

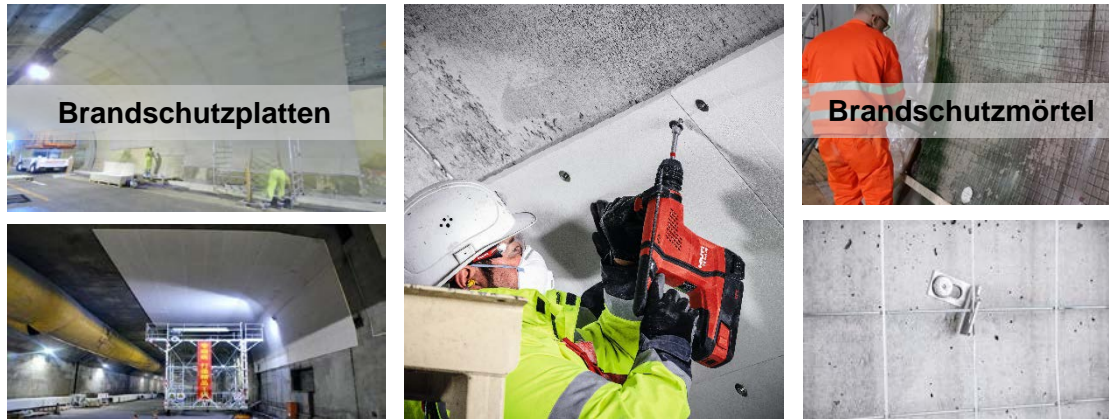


- ➔ **Der bemessende Ingenieur ist verantwortlich für die Wahl der Brandkurve**
- ➔ **Eine ingenieurmäßige Bewertung ist notwendig, um das Bemessungsverfahren nach EC2-1 (nachträglich installierte Bewehrung) und EC2-4 (Dübel) zu verwenden**

AGENDA

- Historische Entwicklung – Bedeutung des Lastfalls Brand im Tunnel
- Welche Anwendungen im Tunnel müssen für den Lastfall Brand ausgelegt werden?
- Qualifizierung und Bemessung von Befestigungen für den Lastfall Brand
- **Detaillierte Übersicht zu einigen Anwendungen**
- Portfolio Übersicht
- Bemessungsbeispiel
 - Nachträgliche Befestigungsmittel → Profis Engineering
 - Nachträglich installierte Bewehrungsstäbe → Profis Rebar

BRANDSCHUTZSYSTEME



Allgemeine Anforderungen

- Brandschutzplatten: Bekleidungen für die Standsicherheit des Bauwerks
- Bei Brandschutzmörtelsystemen muss die Bewehrungslage mit definiertem Abstand zur Tunnelwand installiert werden

Anforderungen an das Befestigungsmittel

- Zugelassenes System (ETA)
- Brandwiderstand gemäß projektspezifischer Brandlastkurve
- Beanspruchung: Statisch, Erdbeben
- Oft bestimmt die minimale Verankerungslänge die Wahl der Befestigung
- Schnelle Montage & Demontage Brandschutzplatte ohne Zerstörung erforderlich (Rückbau des Befestigungsmittels oft erforderlich)
- Staubfreies Bohrverfahren
- Je nach nationalen Anforderungen wird A4 oder HCR gefordert

Bemessung / Normative Regelungen

Brandschutzplatten

- Bemessung für statische, quasi-statische Belastung und Erdbeben nach EN 1992-4
 - Bemessung für Brandbeanspruchung nach EN 1992-4 (Annex D)
 - Qualifizierung nach EAD 330747-00-0601
 - Brandwiderstandsnachweis als Systemtest (Brandschutzplatte mit Befestigungsmittel) gemäß ISO 834, HCM, RWS oder projektspezifisch
- ### Brandschutzmörtelsysteme
- Kein zugelassenes System und Bemessung erforderlich

Befestigungslösung: «Hilti Fire board Dübel»



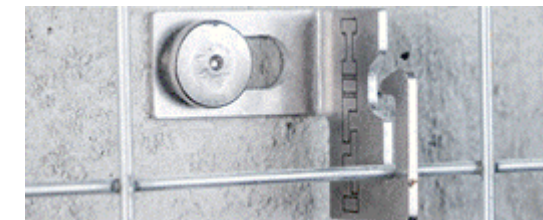
HFB-R / -HCR



HFB-A-R / -HCR



HFB CM 20



BELÜFTUNGSSYSTEME



Allgemeine Anforderungen

- Ab einer Gesamtlänge des Tunnels > 500m wird in der Regel die Belüftung mit Strahllüftern gefordert
- Bei einer Temperaturentwicklung bis 450°C wird eine Funktionsfähigkeit von 2h gefordert

Anforderungen an das Befestigungsmittel

- Zugelassenes System (ETA)
- Bemessungssoftware inkl. Dokumentation
- Brandwiderstand gemäß projektspezifischer Brandlastkurve
- Beanspruchung: Statisch, Ermüdung, Erdbeben
- Schnelle und sichere Montage, Rückbau des Dübels
- Staubfreies Bohrverfahren
- Je nach nationalen Anforderungen wird A4 oder HCR gefordert
- Abgedichtetes Bohrloch

Bemessung / Normative Regelungen

- Bemessung für statische, quasi-statische Belastung und Erdbeben nach EN 1992-4
- Bemessung für Brandbeanspruchung nach EN 1992-4 (Annex D)
- Bemessung für Ermüdungsbeanspruchung nach EN 1992-4 oder EOTA TR061
- Qualifizierung nach EAD 330232-00-0601 (mechanische Dübel)
- Qualifizierung nach EAD 330499-00-0601 (chemische Dübel)
- Qualifizierung nach EAD 330250-00-0601 (Ermüdungsbeanspruchung)
- Brandkurven projektspezifisch: ISO 834, ZTV ING, EBA, HCM, RWS

Befestigungslösung



HVU-TZ + HAS-TZ(-R/-HCR)

HST3(-R / -HCR)



HIT-Z-R_D TP



HDA(-R / -HCR)



ROHRLEITUNGEN



Allgemeine Anforderungen

- Die Halterungen für Kabel und Kabelkanäle werden meist an der Tunnelauskleidung befestigt, in Straßentunneln im Allgemeinen hinter Wandverkleidungen
- Die Halterungen bestehen im Allgemeinen aus Edelstahl

Anforderungen an das Befestigungsmittel

- Zugelassenes System (ETA)
- Bemessungssoftware inkl. Dokumentation
- Brandwiderstand gemäß projektspezifischer Brandlastkurve
- Beanspruchung: Statisch, Erdbeben
- Schnelle und sichere Montage, Rückbau des Dübels
- Staubfreies Bohrverfahren
- Je nach nationalen Anforderungen wird A4 oder HCR gefordert
- Abgedichtetes Bohrloch

Bemessung / Normative Regelungen

- Bemessung für statische, quasi-statische Belastung und Erdbeben nach EN 1992-4
- Bemessung für Brandbeanspruchung nach EN 1992-4 (Annex D)
- Qualifizierung nach EAD 330232-00-0601 (mechanische Dübel)
- Qualifizierung nach EAD 330499-00-0601 (chemische Dübel)
- Brandkurven projektspezifisch: ISO 834, ZTV ING, EBA, HCM, RWS

Befestigungslösung



HVU2 + HAS U A4 /HCR



HST3-R / -HCR

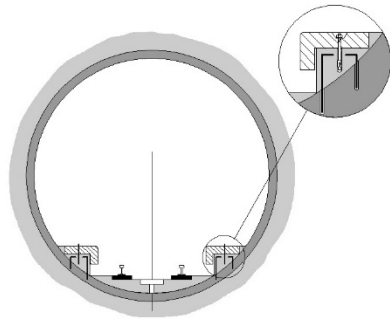


HIT-HY200-A + HAS U A4 /HCR
oder HIT-Z-R



HUS-HR

NACHTRÄGLICHER BEWEHRUNGSANSCHLUSS



Allgemeine Anforderungen

- Insbesondere in TBM-Tunneln können „nur“ kreisförmige Querschnitte und Auskleidungen erstellt werden. Bspw. Scherverbindungen für Beton, Strukturen wie Gehwege, abgehängte Decken und vertikale Schienentrenner müssen in einem späteren Stadium eingebaut und verbunden werden.
- Bei Instandsetzung von bestehenden Tunnelbauwerken müssen neue Beton-Betonverbindungen erstellt werden

Anforderungen an das Befestigungsmittel

- Oft bestimmt die mögliche Verankerungslänge die Wahl der Befestigung
- Zugelassenes System (ETA)
- Bemessungssoftware inkl. Dokumentation
- Brandwiderstand gemäß projektspezifischer Brandlastkurve
- Beanspruchung: Statisch, Erdbeben
- Verarbeitungs- und Aushärtezeit
- Staubfreies Bohrverfahren notwendig

Bemessung / Normative Regelungen

- EC2 Teil 1 in Verbindung mit einer europäisch technischen Bewertung nach EAD 330087-00-0601 ermöglicht die Bemessung von nachträglichen Bewehrungsanschlüssen von Übergreifungsstößen, Endauflagern von gelenkig gelagerten Balken, Bewehrungsstäben unter Druckbelastung und Verankerung der Zugkraftdeckung. In der Regel führt dieser Ansatz zu relativ **„großen“ Verankerungslängen**, die eventuell nicht auf diese Weise in der Tunnelschale ausführbar ist.
- Als Ergänzung oder Alternative kann eine Bemessung mittels EOTA TR 069 in Verbindung mit einer europäisch technischen Bewertung nach EAD 332402-01-0601 erfolgen. Dies ermöglicht eine Bemessung von momententragfähigen Stahlbetonverbindungen mit **geringeren Verankerungstiefen**.

Befestigungslösung

HIT-HY 200-R v3



RE500 v3



HIT-HY 170



AGENDA

- Historische Entwicklung – Bedeutung des Lastfalls Brand im Tunnel
- Welche Anwendungen im Tunnel müssen für den Lastfall Brand ausgelegt werden?
- Qualifizierung und Bemessung von Befestigungen für den Lastfall Brand
- Detaillierte Übersicht zu einigen Anwendungen
- **Portfolio Übersicht**
- Bemessungsbeispiel
 - Nachträgliche Befestigungsmittel → Profis Engineering
 - Nachträglich installierte Bewehrungsstäbe → Profis Rebar

BEFESTIGUNGSLÖSUNGEN IM TUNNEL MIT ETA FÜR BRAND



Nachträglich eingeklebte Bewehrung



Mechanische Befestigungsmittel

HIT-HY 200-R v3



< 268°C



+



HFB-(A)-R / -HCR



Systemtest (für HFB-R)

ISO 834
R30 - R120

- RWS Kurve
- HCM Kurve
- ISO 834



HST3-R



Gutachten

ISO 834
R30 - R120

- ZTV-ING part 5



RE500 v3



< 305°C



+



HDA-R



Gutachten

- ISO 834
R30 - R120



HSL3-R



ISO 834
R30 - R120



HIT-HY 170



< 216°C



+



HSC-AR



ISO 834
R30 - R120



HUS-HR / -CR



Gutachten

ISO 834
R30 - R120

- EBA



BEFESTIGUNGSLÖSUNGEN IM TUNNEL MIT BRANDSCHUTZGUTACHTEN



Chemische Befestigungsmittel

HIT-HY 200-A



Gutachten

- ISO 834 R30 - R120 (HIT-V-R, HIT-Z-R)
- ZTV-ING part 5 (HIT-V-HCR)



+



HIT-V-R/HCR

HIT-Z-R

HVU2



Gutachten

- ISO 834 R30-R120 (HAS-E-R, HIS-N-R)
- ZTV-ING part 5 (HAS-E-HCR)



+



HAS-R/HCR

HIS-N-R

HVU-TZ



Gutachten

- ISO 834 R30-R120 (HAS-R-TZ, HAS-HCR-TZ)
- ZTV-ING part 5 (HAS-HCR-TZ)



+



HAS-R/HCR-TZ

HIT-HY 200-R



Gutachten

- ISO 834 R30 - R120



+



HIT-V-R

HIT-Z-R

RE500 v3



Gutachten

- ISO 834 R30 - R120



+



HIT-V-R

AGENDA

- Historische Entwicklung – Bedeutung des Lastfalls Brand im Tunnel
- Welche Anwendungen im Tunnel müssen für den Lastfall Brand ausgelegt werden?
- Qualifizierung und Bemessung von Befestigungen für den Lastfall Brand
- Detaillierte Übersicht zu einigen Anwendungen
- Portfolio Übersicht
- **Bemessungsbeispiel**
 - Nachträgliche Befestigungsmittel → Profis Engineering
 - Nachträglich installierte Bewehrungsstäbe → Profis Rebar

DIE BRANDBEMESSUNG IN PE ERFOLGT NACH ISO 834 - UM NACH ZTV-ING ZU BEMESSEN KANN DAS VERHÄLTNIS INGENIEURSMÄßIG ANGESETZT WERDEN

Umrechnung von ISO auf ZTV-ING über Verhältnis des Stahlwiderstands.
Übernahme für alle Versagenskriterien → konservativ aber sicher

Anwendung:

Parameter

C30/37 – d=250mm

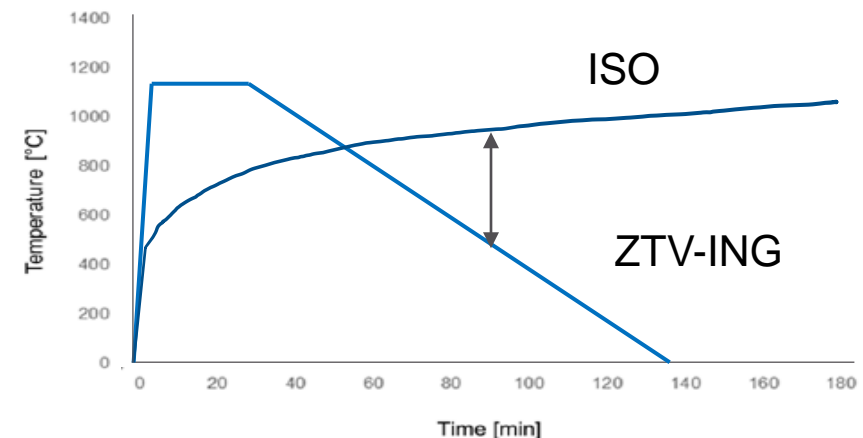
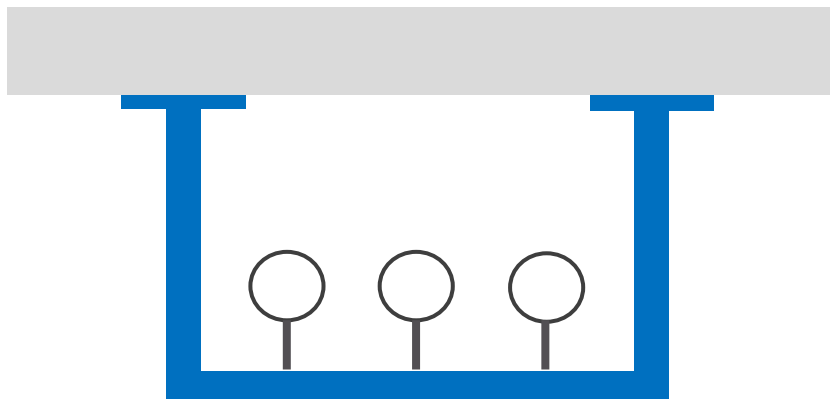
R90

Einseitige Brandbeanspruchung

N=6,3kN

Vx=1 kN

Rückhängebewehrung



	ISO	ZVT-ING
Widerstandswerte Stahl für HST3-R – M16 (90min)	13,6	3,6
Erlaubte Ausnutzung in PE	100%	26%

PROFIS REBAR FÜHRT GLEICHZEITIG EINE KALT – UND DIE HEIß-BEMESSUNG DURCH UND ERMITTELT DIE MAß. INSTALLATIONS-LÄNGE

Eingabe statischer Lastfall - Kaltbemessung



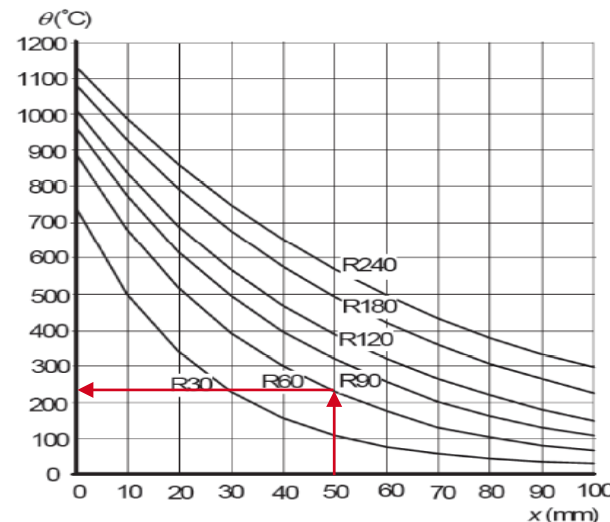
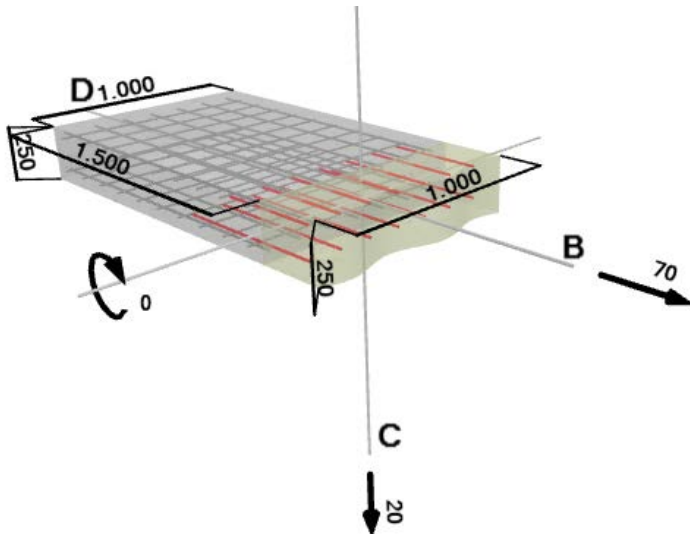
Abgeminderte Einwirkungen für Brandbemessung

Abminderung der Designlasten wird in PR automatisch berücksichtigt $\gamma_L=1,4$



Eingabe Betondeckung und Ermittlung Temperatur in Rebar über Isotherme

C30/37



Gleichzeitige Kalt- und Heißbemessung – maßgeb. Installationslänge wird autom. gewählt



Zusätzliche Brandoptionen ✕

Brandbemessung aktiviert

Generell

Max. Stahlspannung

Obere Bewehrung **Untere Bewehrung**

Brandort Brandort

Definition der Temperatur

T° parallel Bereich: T° parallel Bereich:

WIE KOMMEN SIE ZU PROFIS REBAR...

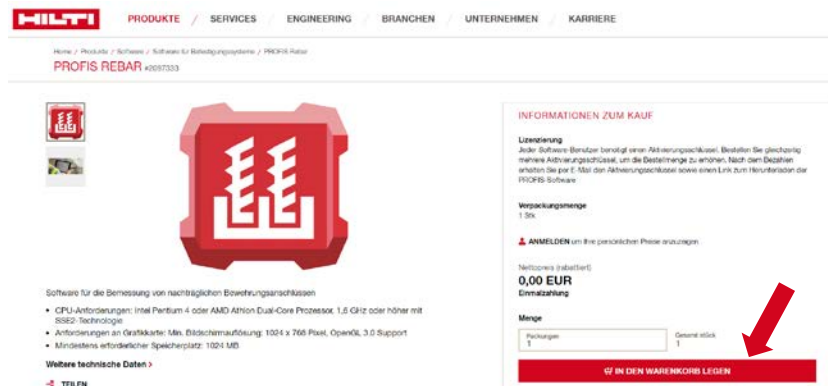
1

Gehen Sie auf Ihre lokale Hilti Online Seite und geben Sie PROFIS Rebar im Suchfenster ein



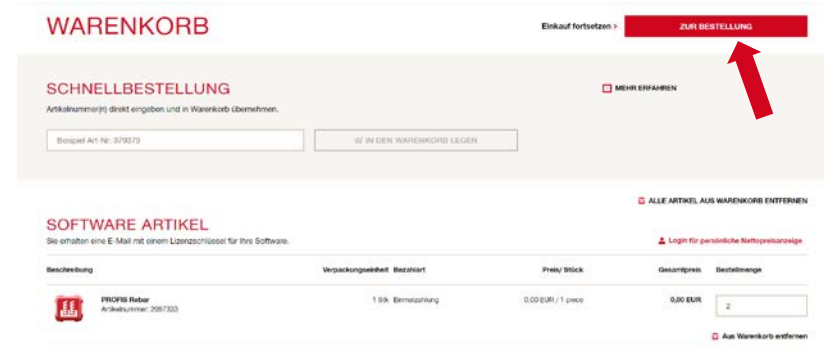
2

Legen Sie PROFIS Rebar in den Warenkorb



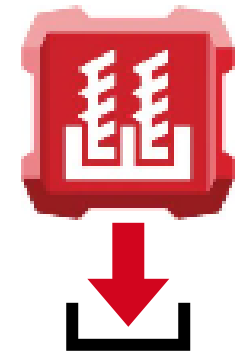
3

Gehen Sie auf den Warenkorb und bestellen die kostenfreie Software



4

Ihnen wir eine Email mit einem Downloadlink und dem Aktivierungs-Schlüssel zugesendet.



MIT PROFIS ENGINEERING LOSLEGEN...

Cloud-basierter Zugang:

- PROFIS Engineering ist jederzeit auf jedem Gerät oder Rechner verfügbar unter <https://profisengineering.hilti.com/>

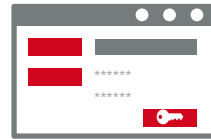


Unterstützte Browser



Sie haben noch keinen Zugang?

- **Sind Sie auf Ihrer lokalen Hilti Online Seite registriert? Falls nicht:**



- Gehen Sie auf: <https://www.hilti.de/register/email>
- Geben Sie Ihre E-Mail-Adresse ein und definieren Sie ein Passwort



- Nachdem Sie die E-Mail erhalten haben, klicken Sie bitte auf "**E-Mail Adresse bestätigen**" und aktivieren Sie Ihr Konto.

30 Day Testversion



Melden Sie sich unter profisengineering.hilti.com an und starten Sie Ihre kostenlose 30-Tage-Testversion

Kostenfreie Standard Version



Fügen Sie #2230553 zu Ihrem Warenkorb hinzu und bestellen Sie PE Standard kostenlos

Kostenpflichtige Premium Version



Wenden Sie sich an Ihr lokales Hilti-Team und finden Sie die für Sie beste Lizenz.

UNTERSTÜTZUNG ERFORDERLICH? WIR STEHEN FÜR SIE BEREIT!

IN IHREM PLANUNGSBÜRO



- HILTI Engineering Projektunterstützung, Ingenieur-Dienstleistungen und Schulungen

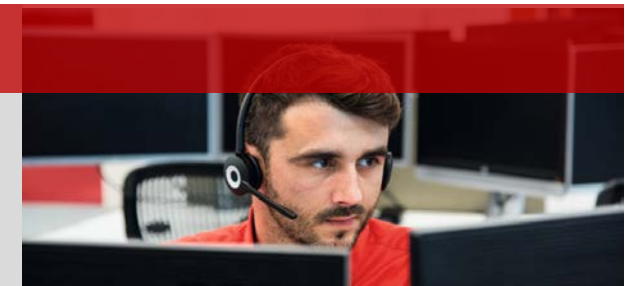
VOR ORT



- HILTI Technische Berater
- HILTI Verkaufsberater

TELEFONISCH oder E-MAIL

0800 888 55 22 / Planer-Support@hilti.com
Hilti Kundenservice Geschäftszeiten: 07:00 Uhr - 18:00 Uhr



ODER FINDEN SIE DETAILLIERTE INFORMATIONEN AUF HILTI ONLINE WWW.HILTI.DE/AT/CH

The image shows a screenshot of the Hilti website. At the top, there is a navigation bar with the Hilti logo and menu items: PRODUKTE, SERVICES, ENGINEERING, BRANCHEN, UNTERNEHMEN, and KARRIERE. A red arrow points to the 'ENGINEERING' menu item. Below the navigation bar, there is a main content area with a large heading 'BIM-GESTÜTZTE ROBOTIK FÜR DIE GEBÄUDETECHNIK' and a sub-heading 'Hilti Jaibot – ein Bohrroboter, der so präziser und sicherer ist'. A red arrow points to the 'ENGINEERING' menu item in the navigation bar. Below the main content area, there is a grid of links for various engineering services, including 'Verankerungen auf WHG-Flächen', 'Befestigungstechnik', 'Modulare Schienensysteme', 'Nachträglicher Bewehrungsanschluss', and 'Brandschutzsysteme'. A red arrow points to the 'Nachträglicher Bewehrungsanschluss' link. To the right of the main content area, there is a sidebar with a search bar and a list of links for 'Engineering', 'Software', 'Services für Ingenieure', 'Anwendungs-Stories', and 'Aktuelles und Referenzen'. A red arrow points to the 'Engineering' link in the sidebar. Below the sidebar, there is a section for 'Befestigung' (Fastening) with two sub-sections: 'Permanente Befestigung' and 'Temporäre Befestigung'. A red arrow points to the 'Permanente Befestigung' link. Below this section, there is a large image of a tunnel interior with a yellow pipe and several red '+' signs indicating fastening points. To the right of the image, there is a text box titled 'Nachträglicher Bewehrungsanschluss' (Post-tensioning connection) with a description and a 'Mehr erfahren' link. A red arrow points from the text box to the image.

ANMELDEN | WARENKORB [0] | KONTAKT | Suchen

HILTI PRODUKTE / SERVICES / **ENGINEERING** / BRANCHEN / UNTERNEHMEN / KARRIERE

BIM-GESTÜTZTE ROBOTIK FÜR DIE GEBÄUDETECHNIK

Hilti Jaibot – ein Bohrroboter, der so präziser und sicherer ist

Jetzt mehr erfahren >

Engineering

Lösungen für Ingenieure | Software | Services für Ingenieure | Anwendungs-Stories | Aktuelles und Referenzen

Verankerungen auf WHG-Flächen > | Software Überblick > | BIM Services > | Befestigungstechnik > | Profis Engineering > | Technische Handbücher > | Anwendungstechnik > | Dübelbemessung Software > | Ausschreibungstexte > | Anwendungstechnik > | Modulare Schienensysteme > | Software für Brandschutzdokumentation > | Technische Services > | Schwere Rohrleitungstechnik > | Nachträglicher Bewehrungsanschluss > | Hilti Softwarelösungen für Installationssysteme > | Technische Beratung > | Befestigungsmaschinen > | Brandschutzsysteme >

Permanente Befestigung | Temporäre Befestigung

Nachträglicher Bewehrungsanschluss

Hilti-Systeme für nachträgliche Bewehrungsanschlüsse nach den neuesten Bemessungsmethoden sind die perfekte Lösung für dauerhafte Beton-Beton-Verbindungen. Klicken Sie hier, um mehr zu erfahren.

Mehr erfahren >

DANKE!!

