

partenariat **störfall** vorsorge



Merkblatt

Objektschutzmassnahmen: Hitzeschutz von Fenstern entlang von störfallrelevanten Strassen

Verfasser Kanton Luzern, Umwelt und Energie (uwe)
Herausgeber Partenariat Störfallvorsorge
 Partenariatskantone: BS, GE, LU, SO, SG, TG, ZH
Datum 6. August 2020 / V01 25. Februar 2021

Das vorliegende Dokument wurde im Auftrag des Kantons Luzern erstellt und soll den Mitgliedern des Partenariats als Hilfsmittel beim Vollzug der Störfallverordnung dienen. In Ergänzung zum Leitfaden des Kantons Genf «Schutzmassnahmen StFV. Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge» konkretisiert das vorliegende Merkblatt die Anforderungen an den Hitzeschutz von Fenstern.

Partenariat Störfallvorsorge
c/o Basler & Hofmann, Forchstrasse 395, 8032 Zürich
Telefon +41 44 387 11 22 / www.baslerhofmann.ch

Merkblatt

Objektschutzmassnahmen:

Hitzeschutz von Fenstern entlang von störfallrelevanten Strassen

Die «Genfer Studie» und das Merkblatt «Schutzmassnahmen StFV»¹ zeigen notwendige **bauliche Massnahmen an Gebäudefassaden für verschiedene Abstandsbereiche zur Strasse** auf. Ziel ist der Schutz von Personen im Gebäudeinnern bei einer Havarie auf der Strasse. In der Studie wird die entstehende Wärmestrahlung eines 300 m² Benzinlachenbrandes auf der Strasse modelliert und die Mindestanforderungen an die exponierten Fassadenelemente im Abstand zur Wärmequelle aufgelistet.

Zur Vereinheitlichung der Vollzugspraxis und zur Gleichbehandlung der betroffenen Bauvorhaben übernimmt die Dienststelle Umwelt und Energie (uwe) explizit die Genfer Studie als Leitfaden zur Spezifikation von Bausubstanz und Fassaden, welche einen «hohen Hitzeschutz» / hitzeresistente Bauweise aufweisen müssen². Durch eine frühzeitige Beachtung des Hitzeschutzes bei der Fassadengestaltung lassen sich die Massnahmen optimieren und Kosten senken.

In diesem Merkblatt werden die Erkenntnisse aus verschiedenen Studien und aus eigenen Recherchen zusammengefasst mit dem Ziel, die Anforderungen an den Hitzeschutz³ der Genfer Studie zu konkretisieren, zu verfeinern und Alternativen aufzuzeigen. Es soll als Hilfestellung für Bauherren und Architekten bei der Definition der Bauteile auf Stufe Bauplanung dienen. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf den Verglasungen (Fenster / Türen), welche das schwächste Glied in der Fassade bilden.

Abschätzung der Wärmestromdichten im Abstand zum Strassenrand

In Abstandsbereichen, wo gemäss der Genfer Studie «spezifische Studien durchgeführt werden müssen», können die Fassadenelemente differenziert nach Einstrahlungsstärke (Wärmestromdichte) im Abstand zur Flammenfront (Trottoirrand) eingeteilt und die nachfolgenden Glasqualitäten / Glasaufbauten eingeplant werden.

Die Wärmestromdichten können aus den Diagrammen im Anhang pro Fenster entnommen werden (Abbildung 1 (Abbildung 1 Rechteckiger Benzinlachenbrand)). Die Distanz wird dabei ab dem Strassenrand (Trottoir⁴) gemessen.

Je nach Höhenbereich über dem Trottoirrand ist eine andere Kurve zu verwenden: für eine konservative Abschätzung ist für Höhen >15 Meter die Kurve in Abbildung 2 (Kreisförmiger Benzinlachenbrand) zu verwenden.

¹ Studien im Auftrag des Kantons Genf: BG Ingénieurs Conseils SA vom 12.2.2018: Étude opam – Étude de mesures constructives liées aux scénarios d'accident majeurs impliquant la substance représentative essence.

Merkblatt: www.ge.ch/document/schutz-massnahmen-stfv

² Kanton Luzern, Bau-Umwelt und Wirtschaftsdepartement: Arbeitshilfe Störfallvorsorge und Raumplanung, 1. März 2020.

³ **Leistungsziel** an die hitzeresistente Fassade (Dienststelle Umwelt und Energie Luzern): Reduktion der Wärmestromdichte zum Innenraum auf eine Wärmestromdichte $\leq 5 \text{ kW/m}^2$ (und des Temperaturanstiegs auf der Innenseite um max. 140°C), während mindestens 15 Minuten.

⁴ Es gilt der **Abstand vom Trottoirrand**. Bei Bauten in Gebieten mit künftigen Ausbauprojekten auf der Strasse (Baufelder mit einem Vorbehalt / Beseitigungsrevers), gilt der Abstand vom **Trottoirrand der Strassenbaulinie des künftigen Ausbaus**. s. auch: Kanton Luzern; Verkehr und Infrastruktur (vif): Planungshilfe für Bauvorhaben an einer Kantonsstrasse vom 04.02.2020, Kapitel 4.4. Strassenabstände / Ausnahmen.

Bei einer **gekrümmten Strassenführung** entlang eines Gebäudes gibt es zwei mögliche Werte für die Abstandsmessung zwischen Trottoir und Fassade, resp. zur Ableitung der Hitzestrahlung auf die Fassade:

- es ist der kürzeste Abstand von der Fassade zum Trottoirrand zu messen (Senkrechte zur Tangente der Krümmung). Da jedoch die Hitzestrahlung in diesem Fall nicht mehr senkrecht auf die Fassade fällt, kann eine Reduktion der Strahlungsintensität infolge des (horizontalen) Einstrahlwinkels eingerechnet werden.
- es ist der Abstand senkrecht von der Fassade aus zur Strasse zu messen, ohne Reduktion der Strahlungsintensität. Für die Einteilung der Gläser ist die höhere Wärmestrahlungsdichte zu verwenden.

Die **Reduktion der Wärmeeinstrahlung** infolge des Einstrahlwinkels kann gemäss der folgenden Formel ermittelt werden:

$$I_B(\Theta) = I_{B,n} \cdot \cos \Theta$$

wobei: $I_B(\Theta)$ = reduzierte Bestrahlungsstärke infolge Einstrahlungswinkel [kW/m²]
 $I_{B,n}$ = Bestrahlungsstärke senkrecht zum Lachenbrand [kW/m²]
 Θ = Einstrahlungswinkel auf die Fassade

Glasaufbauten / Hitzeschutz⁵

- Bei einer Wärmestromdichte **15 - 20 kW/m²**
können 3-fach Verglasungen mit innen und aussen 'normalen' VSG-Scheiben verwendet werden (Empfehlung: VSG aus beidseitigem TVG).
- Bei einer Wärmestromdichte zwischen **20 - 25 kW/m²**
können 3-fach Verglasungen mit innen und aussen VSG-Scheiben aus beidseitigem TVG verwendet werden. (Empfehlung: VSG aus beidseitigem ESG).
- Bei einer Wärmestromdichte zwischen **25 - 30 kW/m²**
können 3-fach Verglasungen mit innen und aussen VSG-Scheiben aus beidseitigem ESG verwendet werden. (Empfehlung: ein EW- oder E30-Glas vorzugsweise an der Aussen-seite). Die Gesamtglasdicke aller Scheiben zusammen sollte mindestens 18 mm betragen.
- Bei einer Wärmestromdichte zwischen **30 - 35 kW/m²**
3-fach Verglasungen mit EW-Glas (vorzugsweise aussen⁶) und 2 ESG -Scheiben (je mindestens 6 mm Dicke).
Alternativ kann anstelle einer EW-Scheibe eine E30 - Scheibe (vorzugswiese aussen⁶) und 2 ESG verwendet werden. Die Gesamtglasdicke aller Scheiben zusammen ist mindestens 20 mm (E-Glas mind. 8mm).
- Bei einer Wärmestromdichte **35 - 50 kW/m²**
 - 3-fach Verglasung mit EI30 Glas oder
 - 3-fach Verglasung mit E30-Glas + Sprinkler (innen oder aussen).
- Bei einer Wärmestromdichte **≥50 kW/m²**
 - Empfehlung: Abstand zur Strasse vergrössern
 - 3-fach Verglasung mit EI60 Glas oder
 - 3-fach Verglasung mit EI30-Glas + Sprinkler (innen oder aussen).

Fensterrahmen

Es sind Fensterrahmen zu verwenden, welche während 15 Minuten bei entsprechender Wärmestromdichte nicht brennen oder schmelzen.

Bericht über die getroffenen Massnahmen

Ein Bericht über die ermittelten Einstrahlungswerte⁷ und den getroffenen Massnahmen zum Hitzeschutz der Verglasungen (Glasaufbauten) sowie zu den weiteren Fassadenelementen (z.B. Fassadenaufhängung) ist der Dienststelle uwe zur Prüfung im Baugesuch einzureichen.

⁵ Sämtliche Abkürzungen und Glasklassifizierung sind auf S. 3 beschrieben

⁶ Bei Wärmestromdichten $\geq 30 \text{ kW/m}^2$ versagen Glasaufbauten mit Kunststoff-Laminat-Folien (z.B. VSG mit PVB Folien) auf der Wärme-zugewandten Seite rasch. Falls das E30- oder EI30-Glas wegen Lärmschutzanforderungen nicht an der Aussenseite angebracht werden kann, dürfen keine Verbundgläser mit Kunststoff-Laminat-Folien in der ersten und zweiten Schicht eingesetzt werden oder deren Schutzwirkung kann bei der Anforderung an die Gesamtglasdicke nicht berücksichtigt werden.

⁷ gemeint ist die Einteilung der Fassadenelemente (Fenster) pro Stockwerk /Fassadenelement / Fenster in die Kategorien $15\text{-}20 \text{ kW/m}^2$ – $20\text{-}25 \text{ kW/m}^2$ – $25\text{-}30 \text{ kW/m}^2$ – $35\text{-}35 \text{ kW/m}^2$ – $35\text{-}50 \text{ kW/m}^2$ und $\geq 50 \text{ kW/m}^2$. Die Einteilung ist nachvollziehbar aufzuzeigen.

Abkürzungen

- VSG: Verbundsicherheitsglas; 'normal' meint, dass VSG aus 2 Floatgläsern + dazwischenliegender hochreissfester, zähelastischer Laminat-Folie (z.B. Polyvinylbutyral, PVB) besteht.
(VG: Verbundglas; für Schallschutz genügt auch eine Lärmdämmende Folie).
- TVG: Teilvorgespanntes Glas
(thermische Wechselbeständigkeit $\Delta T = 100$ K, max. kurzzeitige Gebrauchstemperatur: 200°C, max. dauerhafte Glastemperatur: 120°C).
- ESG: Einscheibensicherheitsglas
(thermische Wechselbeständigkeit $\Delta T = 150-200$ K, max. kurzzeitige Gebrauchstemperatur: 250-300°C, max. dauerhafte Glastemperatur: 200°C).

Klassifizierung von Brandschutzgläsern

- Klasse E: Brandschutzglas als Raumabschluss, **ohne** 'Wärmedämmung/ Hitzeschutz'. E-Gläser bestehen aus speziell vorgespanntem Glas mit speziellem Kantenschutz zur Reduktion von Spannungen auf das Glas bei Hitzeeinwirkung.
- Klasse EW: Brandschutzglas als Raumabschluss und teilweiser Wärmeisolation (mit aufschäumender Brandschutzschicht (Thermotransformationsschicht)).
- Klasse EI: Brandschutzglas als Raumabschluss und Wärmeisolation (mit mehreren aufschäumenden Thermotransformationsschichten).

06. August 2020 / V01 25.02.2021



Bau-, Umwelt und Wirtschaftsdepartement

Umwelt und Energie (uwe)

Entsorgung & Risiko

Risikovorsorge und Tankanlagen

Libellenrain 15

Postfach 3439

6002 Luzern

Tel. 041 228 60 60

www.uwe.lu.ch

uwe@lu.ch

Anhang 1

Auf eine Fassade auftretende Wärmestromdichte in verschiedenen Höhen eines Benzinlachenbrandes auf der Strasse (ab Strassen- resp. Trottoirrand);

Szenario eines rechteckigen Benzinlachenbrandes auf einer Fläche von 300 m²

Quelle: Genfer Studie

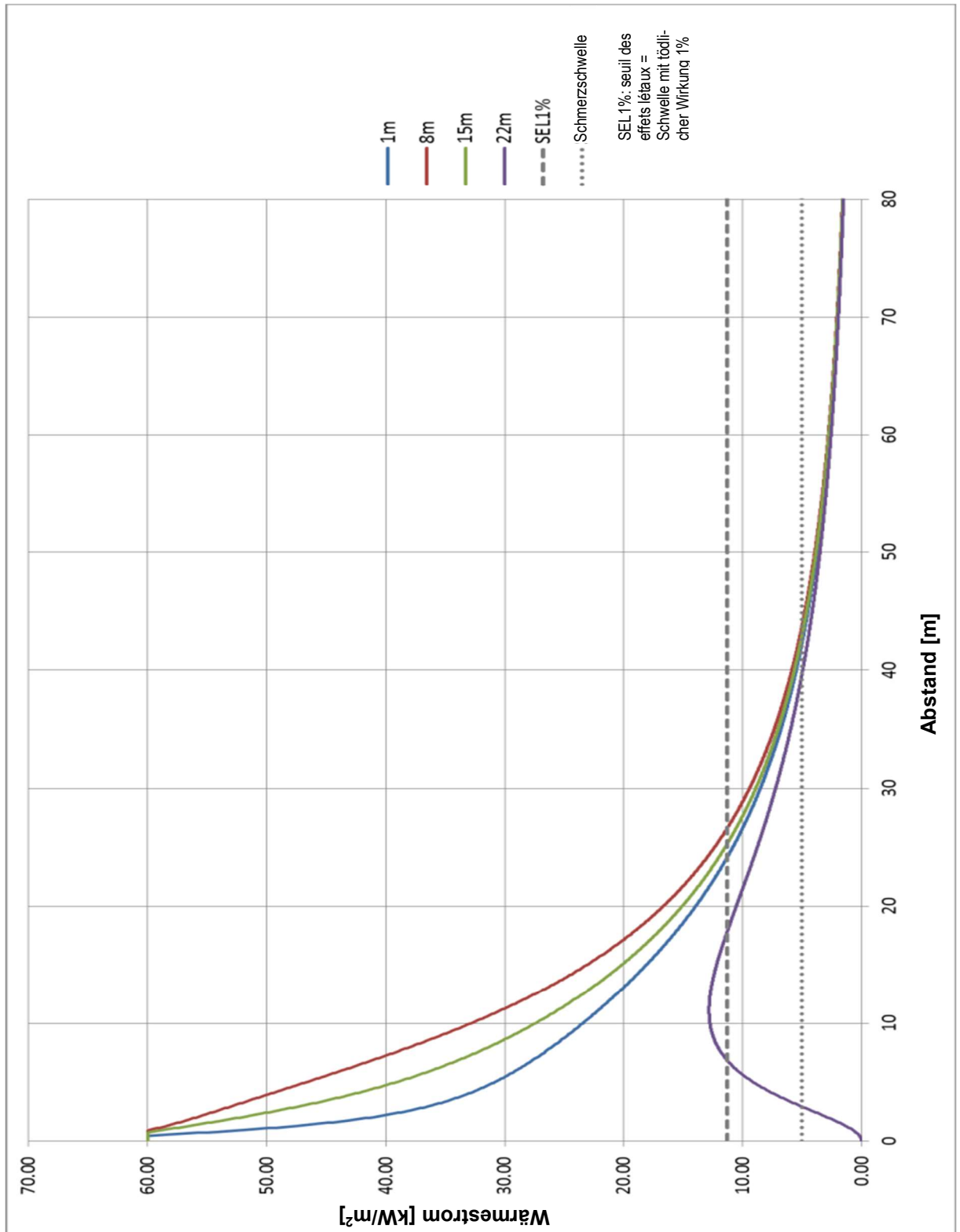


Abbildung 1 Rechteckiger Benzinlachenbrand

Anhang 2

Auf eine Fassade auftretende Wärmestromdichte in verschiedenen Höhen eines Benzinlachenbrandes auf der Strasse (ab Strassen- resp. Trottoirrand);

Szenario eines kreisförmigen Benzinlachenbrandes auf einer Fläche von 300 m²

Quelle: Genfer Studie

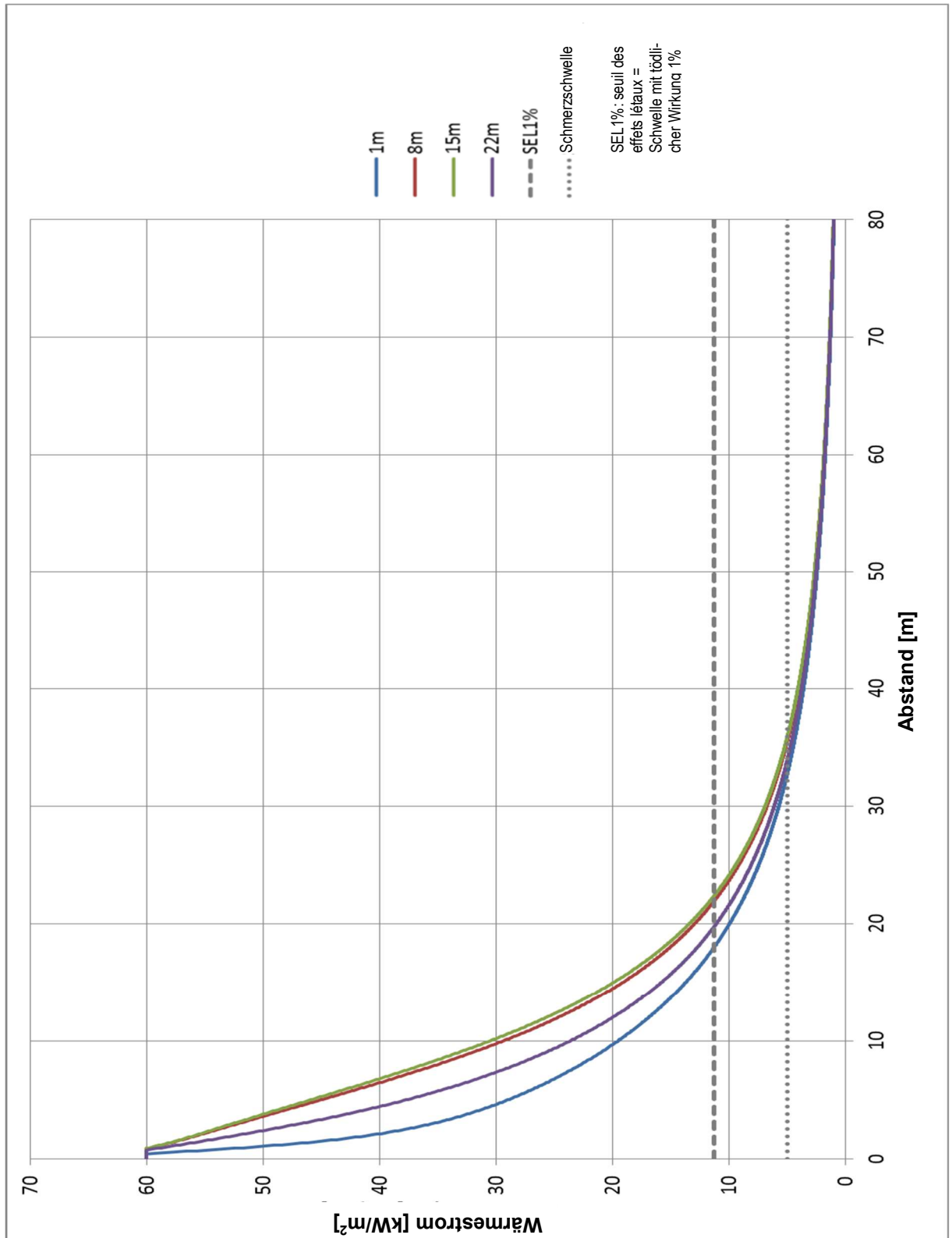


Abbildung 2 Kreisförmiger Benzinlachenbrand