

SuPeRBE Schulungsmaterial

Makro-Fachgebiet MAE10:

Risikobewertung auf Gebäudeebene
Gefahr: Starke Niederschläge (A)

Makro-Fachgebiet MAE10.1:

Gebäudekomponente: Fassade (A4)

Risikokategorie: Beschädigungsrisiko Fassadenöffnungen (A4.2)

Kompetenzniveau: 3



STARKE NIEDERSCHLÄGE

Starke Niederschläge sind intensive oder lang anhaltende Regenfälle, die die Versickerungs- und Entwässerungskapazität von Gebäuden und städtischen Gebieten übersteigen. Diese kurzen, aber heftigen Niederschläge führen zu einem schnellen Oberflächenabfluss und können die Entwässerungssysteme schnell überfordern, was häufig zu lokalen Sturzfluten führt.

Hauptursachen:

- Starke, kurzzeitige Stürme in Verbindung mit atmosphärischer Instabilität.
- Klimawandel, der die Häufigkeit und Stärke extremer Niederschläge erhöht.
- Undurchlässigkeit städtischer Gebiete, die die Versickerung einschränkt und den Abfluss beschleunigt.
- Gesättigte Böden während längerer Regenperioden.
- Unzureichende Entwässerungskapazität aufgrund alternder oder zu kleiner Infrastruktur.





AUSWIRKUNGEN AUF GEBÄUDE

Direkte Auswirkungen:

- Wassereintritt durch Dächer, Fassaden, Fenster und Öffnungen im Erdgeschoss.
- Überlastete Dachrinnen und Dachabläufe, die zu Überlaufen und Wasseransammlungen führen.
- Rückstau in der Kanalisation, der durch Bodenabläufe wieder in Gebäude eindringt.
- Überflutung von Kellern und Feuchtigkeitsansammlung in Bauteilen.

Indirekte Auswirkungen:

- Störung des Gebäudebetriebs, einschließlich vorübergehender Schließung oder eingeschränktem Zugang.
- Beschädigung von gelagerten Gegenständen, Materialien oder technischen Geräten in den unteren Stockwerken.
- Höherer Wartungs- und Reparaturaufwand nach wiederholten Ereignissen.
- Erhöhte Versicherungsprämien oder finanzielles Risiko.

Weiterreichende Auswirkungen auf die Stadt:

- Vorübergehende Umsiedlung von Anwohnern oder Arbeitnehmern.
- Eingeschränkter Zugang zu grundlegenden Dienstleistungen.





AUSBLICK

Trend:

Across Europe, extreme rainfall events are becoming more frequent and intense
n ganz Europa treten extreme Niederschlagsereignisse immer häufiger und intensiver auf, was zu höheren Abflussmengen und einer regelmäßigeren Überlastung der städtischen Entwässerungssysteme führt. In Verbindung mit der Ausweitung undurchlässiger Flächen erhöht dieser Trend das lokale Hochwasserrisiko und die Anfälligkeit von Gebäuden.

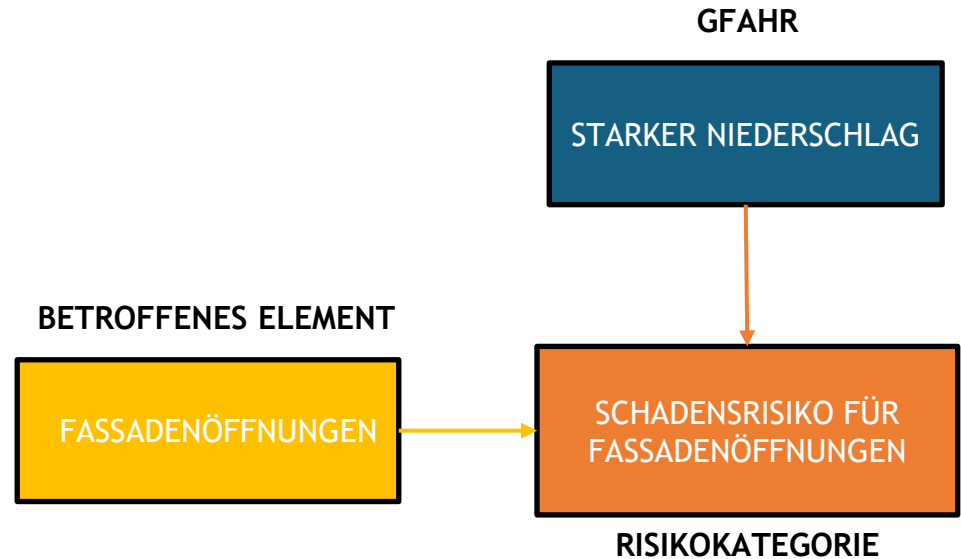
Strategische Anpassung:

- Modernisierungen auf Gebäudeebene, wie z. B. verbesserte Dachrinnenkapazität, Rückstauvorrichtungen und wirksame Abdichtung.
- Vor-Ort-Rückhaltesysteme, einschließlich Gründächer und Regenwassertanks.
- Schutz gefährdeter Bereiche, insbesondere Keller und Technikräume.
- Regelmäßige Wartung von Gebäude- und kommunalen Entwässerungssystemen.
- Blau-grüne Lösungen (durchlässige Pflasterungen, Bioswales, Regengärten zur Unterstützung der Versickerung und Verzögerung des Abflusses.
- Maßnahmen zum städtischen Hochwassermanagement, einschließlich Notfallplanung und Frühwarnsystemen.

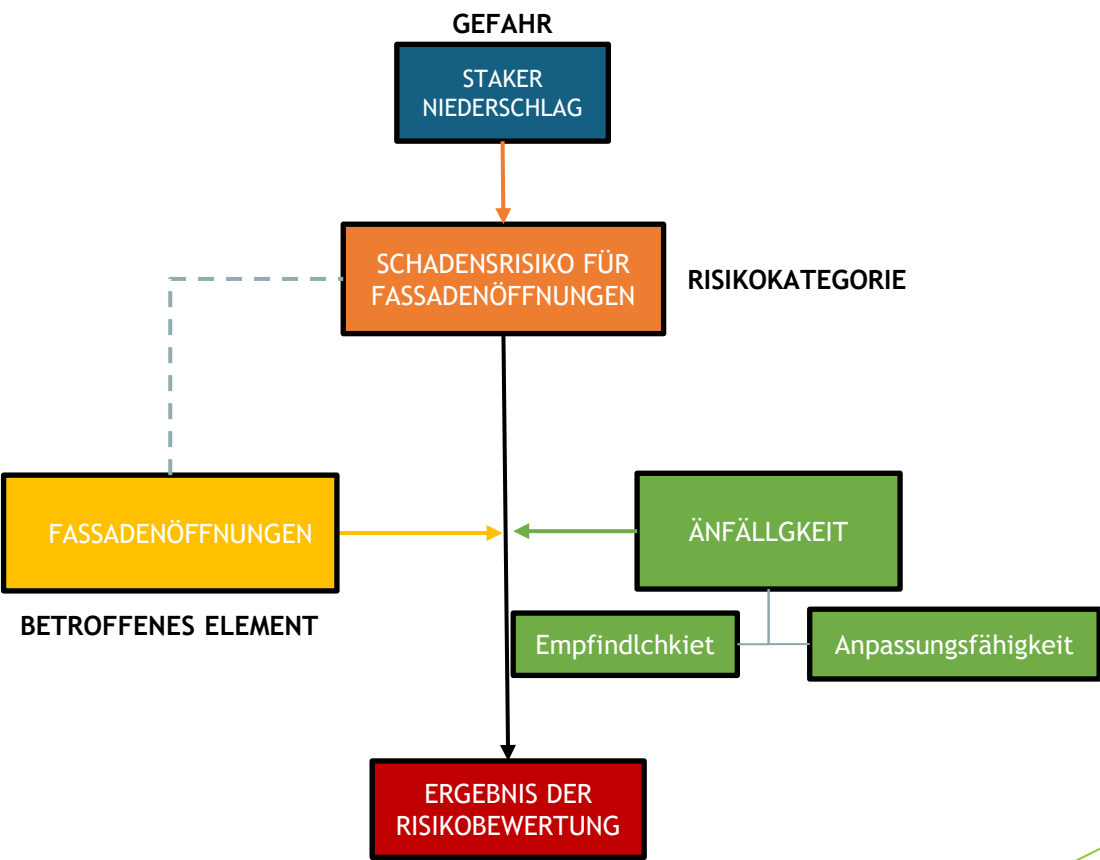
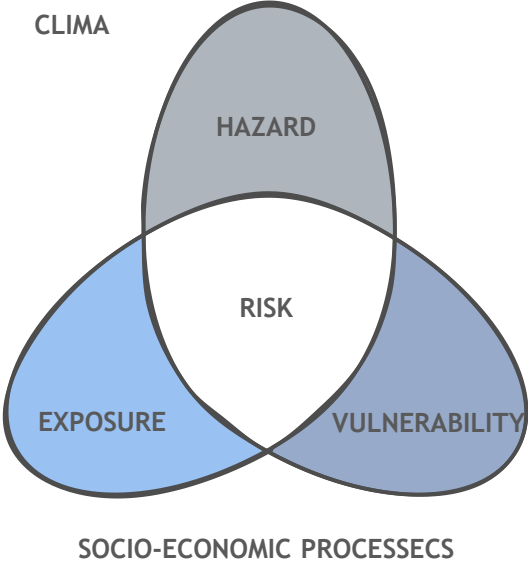


RISIKOBEWERTUNG FÜR SCHADENSRISEN BEI FASSADENÖFFNUNGEN

- **Gefahr:**
Starke Niederschläge
- **Betroffenes Element:**
Fassadenöffnungen

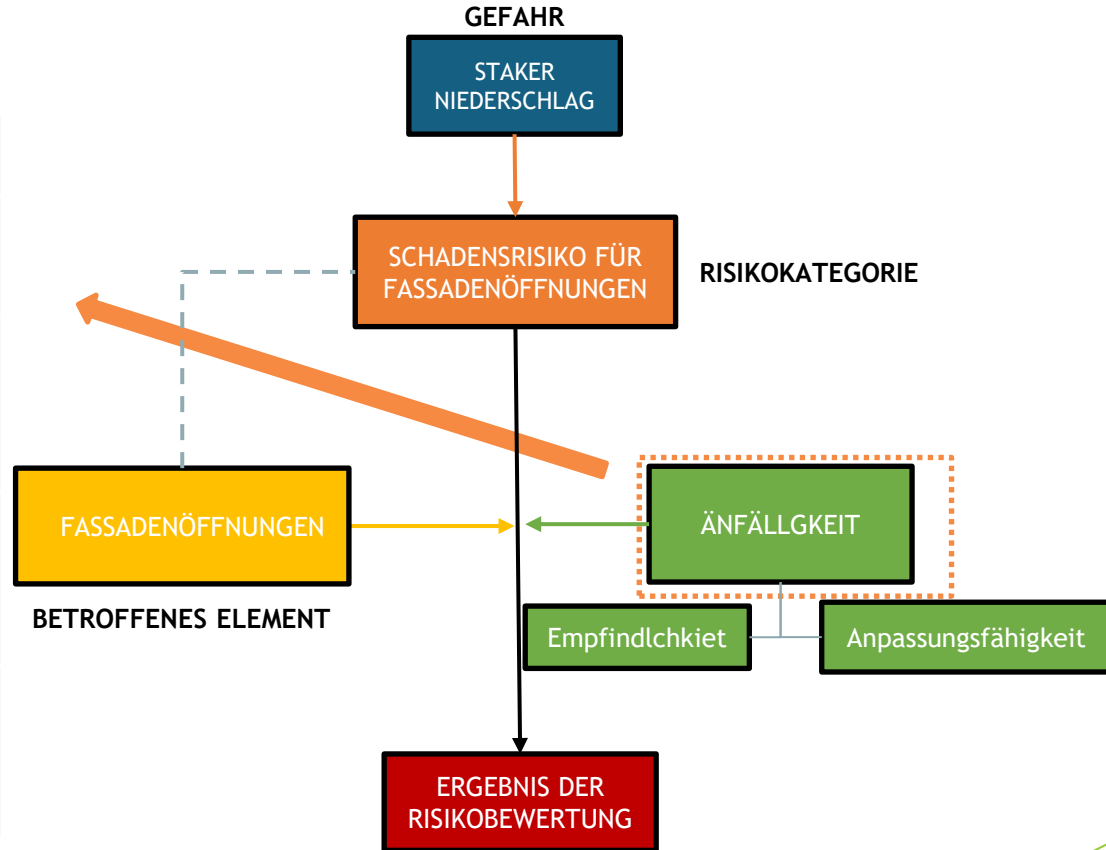


WIRKUNGSKETTE



CRITERIA

A4.2 Fassadenöffnungen	INDIKATOR
A4.2.1 Sichere Fenster und Fensterläden	Anteil der gegen Hagel geschützten Fenster
A4.2.2 Wirksamkeit der Abdichtung	Anteil der Öffnungen mit wirksamem Schutz gegen Wasser- /Luftinfiltration
A4.2.3 Glasfestigkeit gegen Wasserdruck	Anteil der Fenster mit Druckfestigkeit
A4.2.4 Einfache Demontage und Materialwechsel	Anteil der Materialien, die leicht ausgetauscht werden können



A4.2.1 SICHERE FENSTER UND FENSTERLÄDEN

Beschreibung:

Dieses Kriterium bewertet den Schutzgrad von Fassadenöffnungen gegen Hagelschlag, wobei der Schwerpunkt auf Fenstern mit hagelbeständiger Verglasung, Rollläden oder Schutzgittern liegt.

Objekte:

Bewertung der Anfälligkeit von Gebäuden für hagelbedingte Schäden und Ermittlung notwendiger Verbesserungen zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Gebäudehülle.

Relevanz:

Ungeschützte Fenster sind bei starken Niederschlägen und Hagelereignissen stark exponiert, was zu Bruch, Wassereintritt und nachfolgenden Schäden im Innenbereich führen kann. Die Verstärkung von Fassadenöffnungen unterstützt eine klimaresistente Gebäudekonstruktion und reduziert Wartungs- und Reparaturkosten.



A4.2.1 SICHERE FENSTER UND FENSTERLÄDEN

Indikator:

Anteil der gegen Hagel geschützten Fenster [%]

Benchmarks: HIB

Optimaler Wert (0): 100 %

Kritischer Wert (1): 0 %

Formel:

$$I = (W_{\text{prot}} / W_{\text{total}}) \times 100\%$$

W_{prot} = Anzahl der geschützten Fenster [Einheiten]

W_{total} = Gesamtzahl der Fenster [Einheiten]



A4.2.1 SICHERE FENSTER UND FENSTERLÄDEN

BERECHNUNG SCHRITT FÜR SCHRITT

Schritt 1 - Fensterelemente und Materialien identifizieren

Erstellen Sie eine Bestandsaufnahme aller Fensterelemente im/in den Gebäude(n).

Schritt 2 - Fensterelemente und Materialien identifizieren

Überprüfen Sie die Produktdatenblätter und Zertifizierungen, um Fenster mit hagelbeständiger Verglasung, Schutzrollläden oder schlagfesten Scheiben zu identifizieren. Weisen Sie ihnen die Attribute „geschützt“ oder „ungeschützt“ zu.

Schritt 3 - Geschützten Anteil berechnen

Zählen Sie alle geschützten Fenster und berechnen Sie deren Anteil am gesamten Fensterbestand.



A4.2.1 SICHERE FENSTER UND FENSTERLÄDEN

Daten Quellen:

- Architekturpläne und Festeraufstellungen
- Datenblätter zu Fensterprodukten und Materialzertifikate
- Konstruktionsunterlagen und technische Spezifikationen
- Vor-Ort-Überprüfung oder aktuelle Fassadeninspektionsberichte

BEISPIEL

Angeichts der folgenden Fenstertypen und -mengen:

- Hagelbeständige Verglasung: 120 Einheiten (geschützt)
- Fensterläden mit geprüfter Schlagfestigkeit: 30 Einheiten (geschützt)
- Standardverglasung ohne Schutz: 150 Einheiten (ungeschützt)

Total:

$W_{\text{prot}} = 150$ Einheiten

$W_{\text{total}} = 300$ Einheiten

$$I = (W_{\text{prot}} / W_{\text{total}}) \times 100\%$$

$$I = (150 / 300) \times 100\% = \boxed{50\%}$$

(Mäßiger Schutzgrad, nicht optimal)



A4.2.2 DICHTUNGSWIRKSAMKEIT

Beschreibung:

Dieses Kriterium bewertet die Fähigkeit von Gebäudeöffnungen (Fenster, Türen, Lüftungsöffnungen), durch eine ordnungsgemäße Abdichtung dem Eindringen von Wasser und Luft zu widerstehen.

Ziel:

Identifizierung von Schwachstellen in der Gebäudehülle und Unterstützung von Maßnahmen zur Verringerung von Wasserschäden und Energieverlusten.

Relevanz:

Eine unzureichende Abdichtung kann zu Feuchtigkeitseintritt, Schimmelbildung, Bauschäden und erhöhtem Energieverbrauch führen. Die Bewertung der Wirksamkeit der Abdichtung ist für eine widerstandsfähige Gebäudekonstruktion bei starken Niederschlägen von entscheidender Bedeutung.



A4.2.2 DICHTUNGSWIRKSAMKEIT

Indikator:

Anteil der Öffnungen mit wirksamem Wasser-/Luftdurchlässigkeitsschutz [%]

Benchmarks: HIB

Optimaler Wert (0): 100 %

Kritischer Wert (1): 0 %

Formel:

$$I = (O_{\text{effective}} / O_{\text{total}}) \times 100\%$$

$O_{\text{effective}}$ = Anzahl der Öffnungen mit ordnungsgemäßer Abdichtung

O_{total} = Gesamtzahl der Öffnungen



A4.2.2 DICHTUNGSWIRKSAMKEIT

BERECHNUNG SCHRITT FÜR SCHRITT

Schritt 1 - Daten zu den Öffnungen erfassen

Sammeln Sie Architekturzeichnungen, Bauvorschriften und Produktdatenblätter mit detaillierten Angaben zu Fenstern, Türen, Lüftungsöffnungen und Dichtungskomponenten.

Schritt 2 - Bewertung der Dichtungsqualität

Überprüfen Sie das Vorhandensein und die Art von Dichtungen, Dichtungsringen oder Membranen und stellen Sie sicher, dass die Konstruktionsspezifikationen oder Normen eingehalten werden.

Schritt 3 - Berechnung des Indikators

Zählen Sie die Öffnungen mit wirksamer Abdichtung ($O_{\text{effective}}$) und dividieren Sie diese durch die Gesamtzahl der Öffnungen (O_{total}); Multiplizieren Sie das Ergebnis mit 100, um den Prozentsatz zu erhalten.



A4.2.2 DICHTUNGSWIRKSAMKEIT

Daten Quelle:

- Architekturzeichnungen: Grundrisse und Ansichten mit Angabe der Positionen von Fenstern, Türen und Lüftungsöffnungen. Construction specifications:
- Angaben zu Dichtungsmaterialien, Einbaumethoden und Einhaltung von Normen.
- Produktdatenblätter: Herstellerangaben zu Dichtungen, Membranen und anderen Dichtungskomponenten.
- Vor-Ort-Inspektion (optional/Validierung): Sichtprüfung der eingebauten Dichtungen, sofern verfügbar..

Beispiel:

Angaben:

Fenster mit effektiver Abdichtung : 45

Türen mit wirksamer Abdichtung: 10

Gesamtöffnungen : 70

$$I = (O_{\text{effective}} / O_{\text{total}}) \times 100\%$$

$$I = (55 / 70) \times 100 = \boxed{78.6\%} \text{ (mittlere Leistung, einige Verbesserungen empfohlen)}$$



A4.2.3 GLASFESTIGKEIT GEGEN WASSERDRUCK

Beschreibung:

Dieses Kriterium bewertet die Fähigkeit von Fassadenöffnungen, dem Druck von Regenwasser standzuhalten, ohne dass es zu Undichtigkeiten oder strukturellen Schäden kommt.

Ziel:

Sicherstellen, dass Fensterelemente auch bei starkem Regen wasserdicht bleiben und Schäden im Innenbereich reduziert werden.

Relevanz:

Eine unzureichende Druckfestigkeit kann zu Wassereintritt, Beschädigungen der Oberflächen, Schimmelbildung und höheren Reparaturkosten führen. Die Bewertung der Fensterleistung unterstützt eine widerstandsfähige Gebäudehüllenkonstruktion.



A4.2.3 GLASFESTIGKEIT GEGEN WASSERDRUCK

Indikator:

Anteil der Fenster mit zertifizierter Druckfestigkeit [%]

Benchmarks: HIB

Optimaler Wert (0): 100 %

Kritischer Wert (1): 0 %

Formel:

$$I = (W_{\text{press}} / W_{\text{total}}) \times 100\%$$

W_{press} = Anzahl der Fenster mit zertifizierter Druckfestigkeit

W_{total} = Gesamtzahl der Fenstereinheiten.



A4.2.3 GLASFESTIGKEIT GEGEN WASSERDRUCK

BERECHNUNG SCHRITT FÜR SCHRITT

Schritt 1 - Sammeln Sie Unterlagen zur Fensterleistung

Sammeln Sie verfügbares technisches Material und überprüfen Sie die Druckfestigkeitswerte.

Schritt 2 - Identifizieren Sie druckfeste Festereinheiten

Überprüfen Sie alle Fassadenöffnungen und klassifizieren Sie jede Einheit wie folgt:

- Druckfest (zertifiziert für definierte Wasserdruckbelastungen)
- Nicht druckfest

Schritt 3 - Anteil der druckfesten Fenster berechnen

Addiere W_{press} und W_{total} , dann wende die Formel an.



A4.2.3 GLASFESTIGKEIT GEGEN WASSERDRUCK

Daten Quelle:

- Datenblätter zu Fensterprodukten und technische Kataloge der Hersteller.
- Zertifizierungsunterlagen (z. B. EN 12208 / Berichte zur Wasserdichtigkeitsklasse).
- Konstruktionsspezifikationen und Fassadenpläne.
- Beschaffungsunterlagen oder BIM-Modell-Fenstereigenschaften.

Beispiel

Angenommen, es gibt folgende Fenstertypen und -mengen:

- Druckfeste Fenster: 65 Einheiten

- Nicht bewertete Fenster : 35 Einheiten

- $W_{\text{total}} = 100$ Einheiten

$$I = (W_{\text{press}} / W_{\text{total}}) \times 100\%$$

$$I = (65 / 100) \times 100 = \boxed{65\%}$$

(Die Leistung ist mäßig; über dem kritischen Wert, aber unter dem optimalen Wert.)

A4.2.4 EINFACHE DEMONTAGE UND MATERIALWECHSEL

Beschreibung:

Dieses Kriterium bewertet, inwieweit Fassadenmaterialien und -komponenten so konzipiert sind, dass sie ohne größere bauliche Eingriffe leicht entfernt, ausgetauscht oder modernisiert werden können.

Ziel:

Bewertung der Anpassungsfähigkeit und Widerstandsfähigkeit des Gebäudes durch Ermittlung von Möglichkeiten für Wartung, Reparatur und Materialmodernisierung, um das Risiko langfristiger Schäden zu verringern.

Relevanz:

Erleichtert eine schnelle Reaktion auf Schäden, unterstützt die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft und reduziert Reparaturkosten und Umweltbelastungen.



A4.2.4 EINFACHE DEMONTAGE UND MATERIALWECHSEL

Indikator:

Anteil der Materialien/Komponenten, die leicht ausgetauscht werden können [%]

Benchmarks: HIB

Optimierter Wert (0): 100 %

Kritischer Wert (1): 0 %

Formel:

$$I = (E / T) \times 100\%$$

E = Fläche oder Anzahl der Materialien/Komponenten, die für einen einfachen Austausch ausgelegt sind

T = Gesamtfläche oder Anzahl der Fassadenmaterialien/-komponenten



A4.2.4 EINFACHE DEMONTAGE UND MATERIALWECHSEL

BERECHNUNG SCHRITT FÜR SCHRITT

Schritt 1 - Daten sammeln

Überprüfen Sie die Bauzeichnungen, Materialdatenblätter und Konstruktionsunterlagen für jedes Gebäude.

Schritt 2 - Austauschbare Materialien identifizieren

Markieren Sie alle Komponenten, die für eine einfache Demontage oder einen modularen Austausch ausgelegt sind.

Schritt 3 - Anteil berechnen

Teilen Sie die Fläche oder Anzahl der austauschbaren Materialien durch die Gesamtzahl der Fassadenkomponenten und multiplizieren Sie das Ergebnis mit 100.



A4.2.4 EINFACHE DEMONTAGE UND MATERIALWECHSEL

Daten Quelle:

- Datenblätter zu Fensterprodukten und technische Kataloge der Hersteller.
- Zertifizierungsunterlagen (z. B. EN 12208 / Berichte zur Wasserdichtigkeitsklasse).
- Konstruktionsspezifikationen und Fassadenpläne.
- Beschaffungsunterlagen oder BIM-Modell-Fenstereigenschaften.

Beispiel

Angaben:

- Aluminiumfenster mit modularen Rahmen (austauschbar): 5 Einheiten
- Holzfensterläden mit abnehmbaren Paneelen (austauschbar): 0 Stück
- Standard-Festverglasung (nicht austauschbar): 95 Einheiten
- Gesamtzahl der Fassadenelemente: 100 Stück

$$I = (E / T) \times 100\%$$

$$I = (5 / 100) \times 100 = \boxed{5\%} \text{ (kritische Leistung)}$$

GEFAHRENAWAHRSCHEINLICHKEIT

Gefährliches Ereignis		Langsam einsetzender Prozess		Gefahrenwert (HV)
Häufig	Wahrscheinlich tritt es im Laufe eines Lebens häufig auf (alle 10 Jahre).	Sehr wahrscheinlich	Sehr wahrscheinlich in den nächsten 10 Jahren	1 - 0,9
Wahrscheinlich	Wahrscheinlich mehrmals im Leben (alle 25 Jahre)	wahrscheinlich	Wahrscheinlich in den nächsten 10 Jahren	0,89 - 0,66
Gelegentlich	Wahrscheinlich tritt es einige Male im Leben auf (alle 50 Jahre).	Genauso wahrscheinlich wie unwahrscheinlich	Ebenso wahrscheinlich wie unwahrscheinlich in den nächsten 10 Jahren	0,65 - 0,33
Nie	Unwahrscheinlich, aber dennoch möglich, dass es im Laufe eines Lebens auftritt (alle 100 Jahre)	unwahrscheinlich	Unwahrscheinlich in den nächsten 10 Jahren	0,32 - 0

Gefahrenwert (HV) = Diese Informationen werden von SECAPs oder durch Expertenurteile bereitgestellt.

Beispiel: Gefahrenwert (HV) = 0,8 (wahrscheinlich)

NORMALISIERUNG

Sobald alle Indikatorwerte für das ausgewählte Kriterium berechnet sind, werden sie durch Normalisierung auf eine gemeinsame Skala von 0 bis 1 umgerechnet. Dadurch wird sichergestellt, dass jeder Indikator proportional zum Gesamtwert der Resilienz beiträgt, unabhängig von seiner ursprünglichen Einheit. Die Normalisierung ermöglicht eine aussagekräftige Datensynthese, kontextübergreifendes Benchmarking und eine transparentere, objektivere Entscheidungsfindung bei der Bewertung der Resilienz.

BEISPIEL:

Für das Kriterium B4.2.2 „Dichtungswirksamkeit“ mit einem Indikatorwert von 78,6 %:

Wo:

$X_i = 78,6 \%$

$X_{\max} = 100\%$

$X_{\min} = 0\%$

$$X_{\text{norm}} = \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}}$$

$X_{\text{norm}} = (100 - 78,6) / (100 - 0) = 0,21$ (Das bedeutet, dass die Gebäudehülle besser als durchschnittlich, aber immer noch unter optimal funktioniert).

NORMALISIERUNGSINTERVALL

Normalisation values	Description
0.0-0.2	Optimal (no improvement necessary)
>0.2-0.4	Rather positive
>0.4-0.6	Neutral
>0.6-0.8	Rather negative
>0.8-1.0	Critical (could lead to severe consequences)

GESAMTVERLETZLICHKEIT (VERLETZLICHKEITSWERT - VV)

KRITERIEN	Normalisierter Wert	Gewichtung
A4.2.1 Sichere Fenster und Fensterläden	0,5	0,35
A4.2.2 Dichtungswirksamkeit	0,21	0,30
A4.2.3 Glasfestigkeit gegen Wasserdruck	0,35	0,25
A4.2.4 Einfache Demontage und Materialwechsel	0,95	0,10

Normalisierter Wert

Gewichtung

$$VV = \sum_{i=1}^n (I_i \times W_i)$$

$$VV = 0,50 \times 0,35 + 0,21 \times 0,30 + 0,35 \times 0,25 + 0,95 \times 0,10 = 0,42$$

Verletzlichkeitswert(VV) = 0,42

Verletzlichkeits Level =
NEUTRALE LEISTUNG