



SCHWEIZERISCHER
FACHVERBAND FÜR
HINTERLÜFTETE
FASSADEN

TECINFO

Fachpublikation der Technischen Kommission SFHF

Rev. Mai 2020

Windeinwirkung im Fassadenbau

Berechnungsgrundlagen
und Vorstellung eines
vereinfachten Verfahrens



Sporthalle, Bad Ragaz





Sedamm-Center, Pfäffikon

Einige Objektbeispiele hinterlüfteter Fassaden aus der reich bebilderten Broschüre des SFHF: Die ausserordentliche Vielfalt der möglichen Materialien spricht für sich.

MFH, Horgen



INHALT

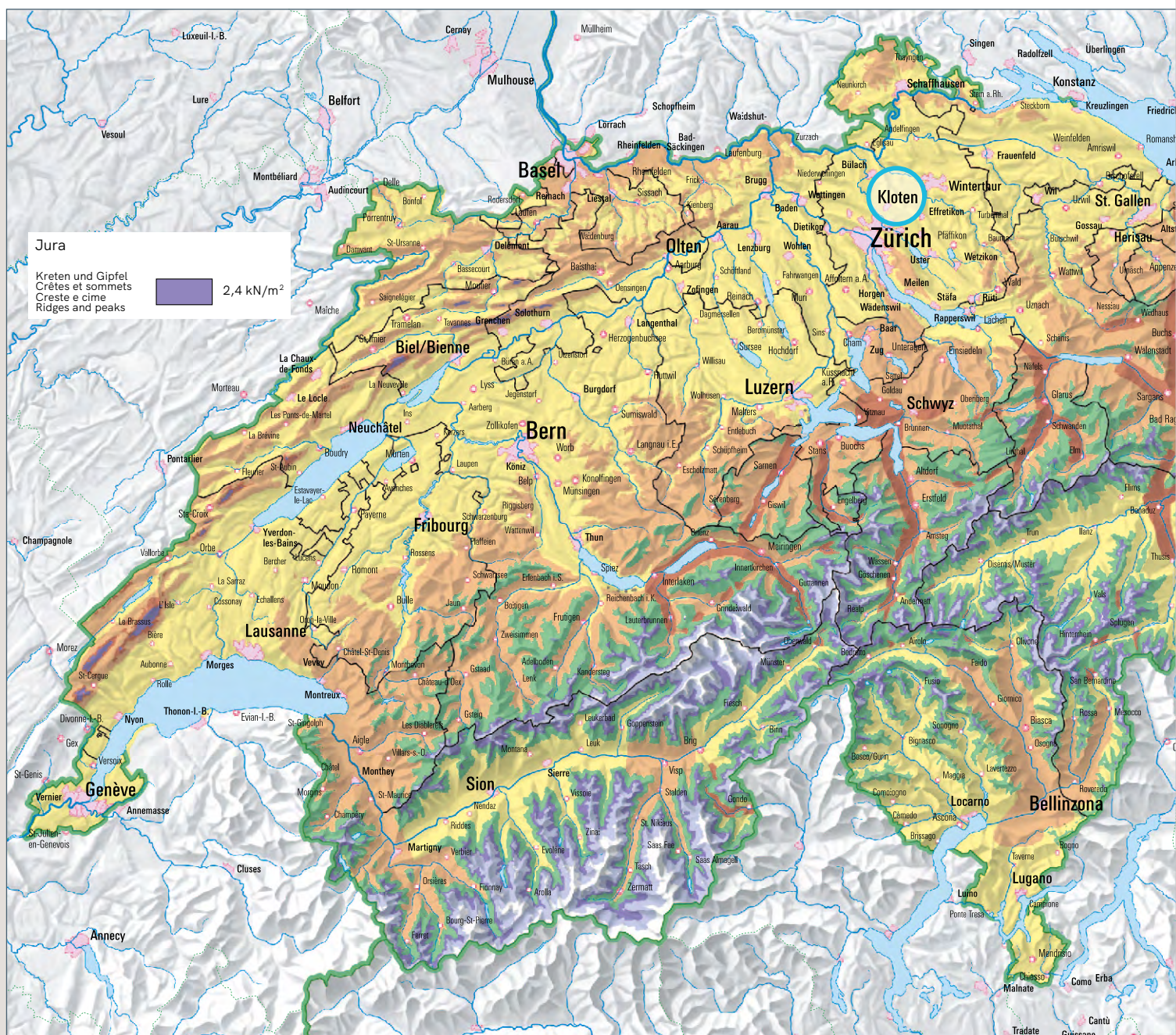
Einfluss der SIA-Norm 261 auf den Fassadenbau in der Schweiz	4
Die Windlast ist abhängig von drei Faktoren:	5
1. Geografischer Standort	5
2. Gebäudehöhe und Geländekategorie	6
3. Gebäudeform	7
Ermittlung der Windlasten	9
Beispiel mit Objektstandort Kloten	9
Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der Windlasten auf Fassaden	10
Ermittlung charakteristischer Werte für Windlasten	10
Resultate	11

Ventilator wird zu TECINFO

Der Inhalt dieser TECINFO ist identisch mit «Ventilator 1» vom September 2019.

Einfluss der SIA-Norm 261 auf den Fassadenbau in der Schweiz

Diese Norm behandelt die Einwirkungen auf Tragwerke und bestimmt u. a. Folgendes:

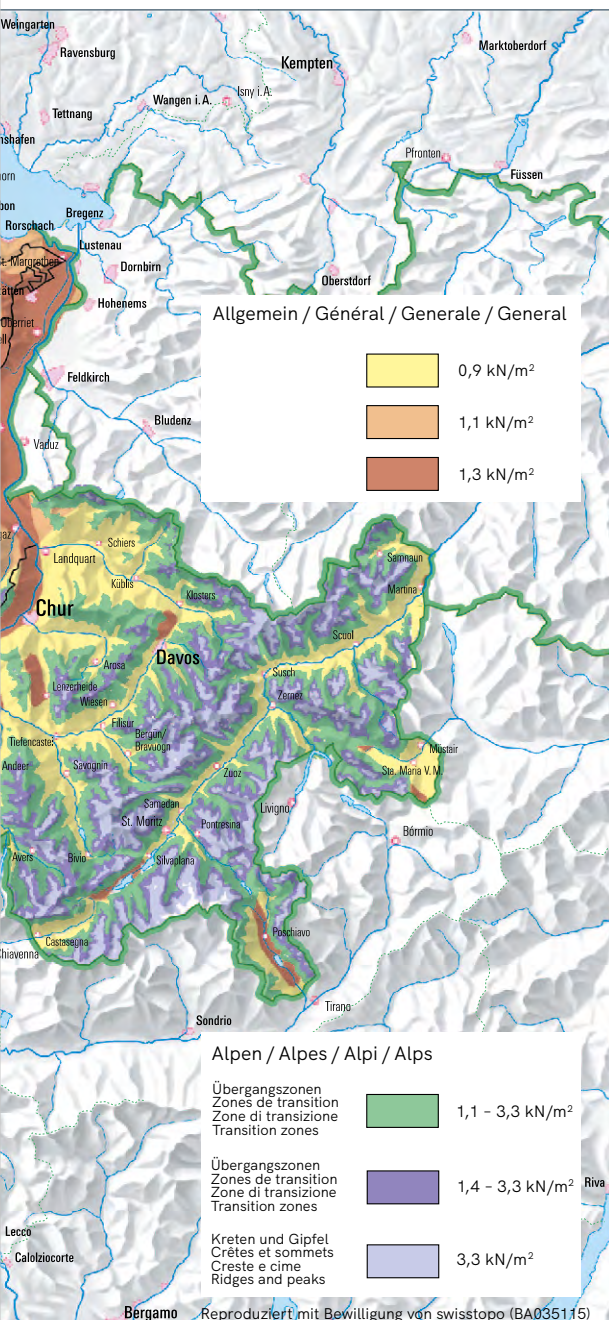


Quelle: «Einwirkungen auf Tragwerke» Staudruck, (Anhang E) Auszug aus der Norm SIA 261, © SIA Zürich

Als Tragwerk gelten unter anderem auch Teile der äusseren Verkleidung, sofern ihr Versagen Menschenleben gefährden kann.

Selbst wenn nur kleine Teile einer Fassade herunterfallen, können diese Menschen erheblich verletzen. Es ist somit offensichtlich, dass die geltende SIA-Norm 261 beim Fassadenbau angewandt werden muss. Die SIA-Normen sind keine vom Staat erlassenen Gesetze und müssen, falls sie nicht eine Grundlage des Werkvertrages

bilden, theoretisch nicht angewandt werden. Hingegen werden sie von der Allgemeinheit als «Regeln der Baukunst (neuster Stand)» angesehen. Entstehen bei einem Objekt Schäden, die auf die Verletzung dieser SIA-«Regeln» zurückzuführen sind, so werden die Gerichte bei den Urteilsfindungen so verfahren, wie wenn staatliche Gesetze missachtet worden wären. Im Fassadenbau ist die Windbeanspruchung neben der Eigenlast meistens die wichtigste Einwirkung.



Die Windlast ist abhängig von drei Faktoren:

1. Geografischer Standort

Um den unterschiedlichen Windverhältnissen Rechnung zu tragen, wurde die Schweiz in sieben Referenzzonen (siehe Karte links) gegliedert. Somit ist klar, dass bei Bauwerken mit Standorten wie z. B. an Gipfel- oder Kammlagen eine Anpassung des Referenzstaudrucks unumgänglich ist.

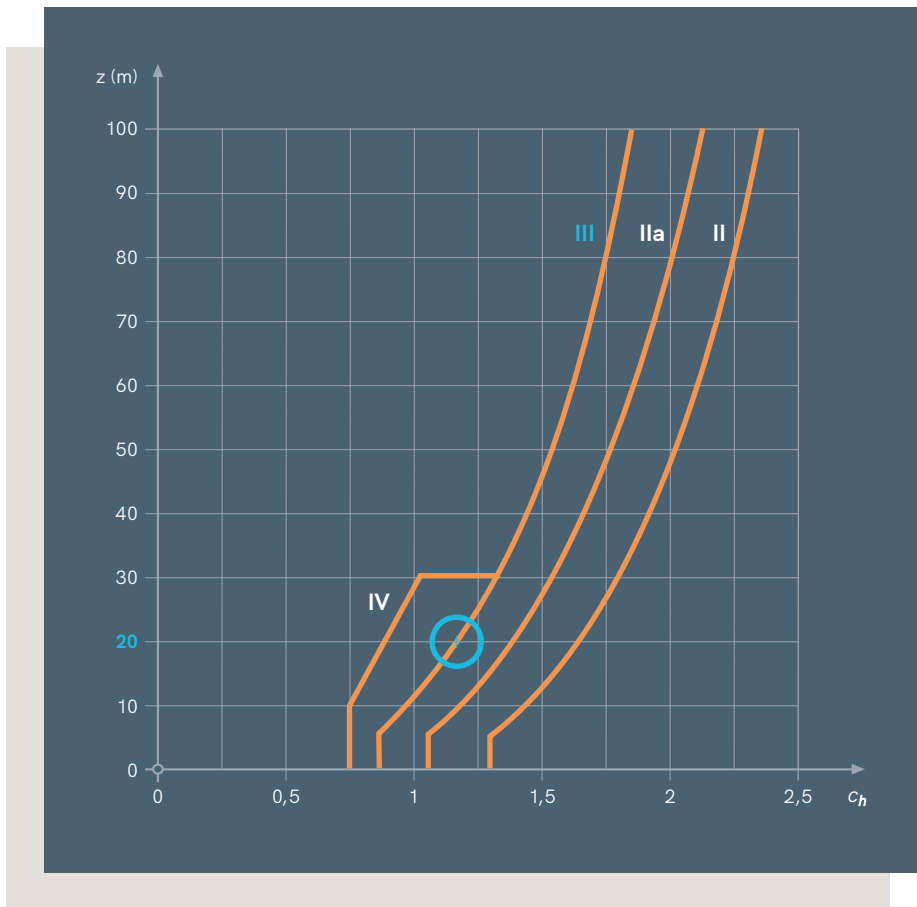
Ermitteln des standortgebundenen Referenzstaudrucks in der Schweiz

Ähnlich ausländischen Normen wird auch in der Schweiz ein sogenannter **Staudruck q_{p0}** definiert. Er bildet die Grundlage zur Berechnung der Wind-Flächenlast auf Fassaden (siehe Karte links).

Der Wert **q_{p0}** beträgt je nach Standort in der Schweiz **0,9 kN/m² bis 3,3 kN/m²**.

Beispiel:  Kloten = 0,9 kN/m²

2. Gebäudehöhe und Geländekategorie



Figur 6:

Profilbeiwert c_h in Abhängigkeit von der Höhe z für die Geländekategorien II, IIa, III und IV

Figur 6 (SIA-Norm 261, 2014)

Tabelle 4:

Gradientenhöhe z_g und Exponent der Bodenrauigkeit α_r ist ersichtlich - wiederum in Abhängigkeit zu den Geländekategorien II, IIa, III und IV

Geländekategorien	Beispiele	z_g (m)	α_r
II	Seeufer	300	0,16
IIa	grosse Ebene	380	0,19
III	Ortschaften, freies Feld	450	0,23
IV	grossflächige Stadtgebiete	526	0,30

Tabelle 4 (SIA-Norm 261, 2014)

Ermitteln des Profilbeiwertes c_h

Beispiel

(Anwendung unter nachfolgenden Bedingungen):

- Gebäudehöhe 20 m (z),
- Ortschaft Kloten (III):

$$c_h = 1,6 \left[\left(\frac{z}{z_g} \right)^{\alpha_r} + 0,375 \right]^2$$

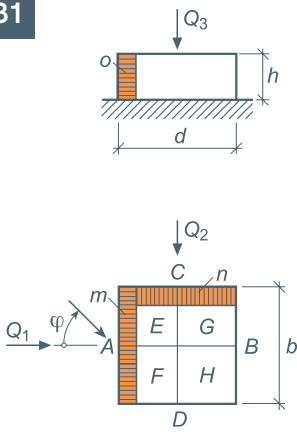


$$1,19 = 1,6 \left[\left(\frac{20}{450} \right)^{0,23} + 0,375 \right]^2$$

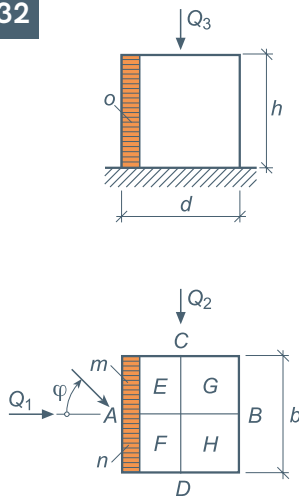
3. Gebäudeform

Die nachstehenden **Gebäudeformen Nr. 31 bis 38** entsprechen in Nummerierung und Reihenfolge dem Normenwerk SIA 261.

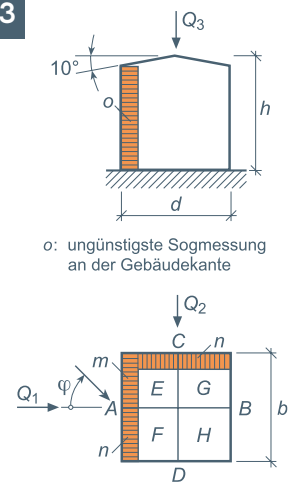
31



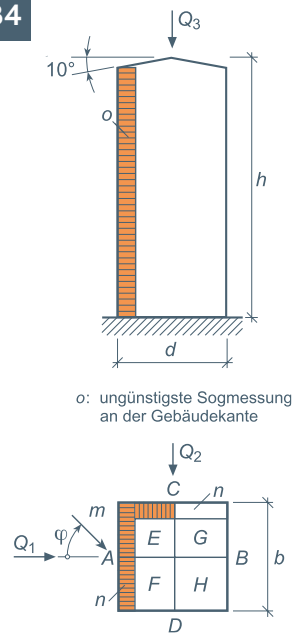
32



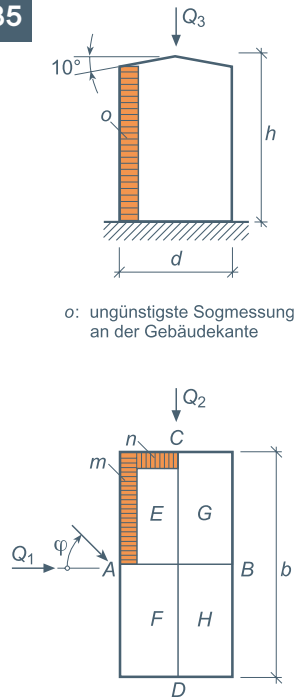
33



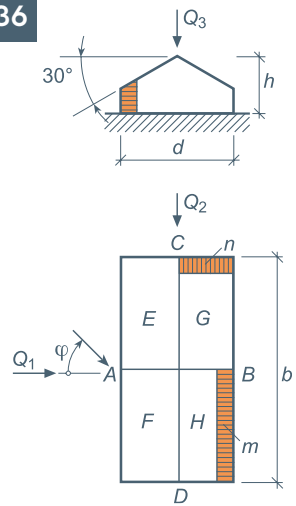
34



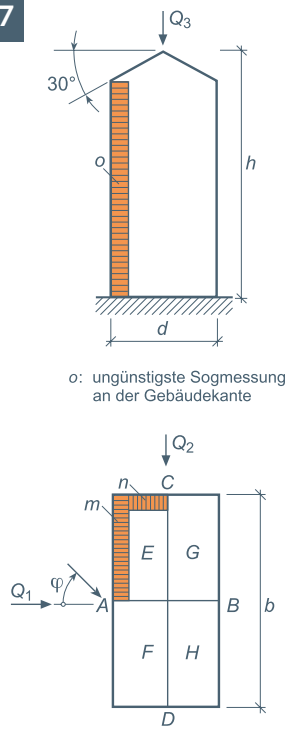
35



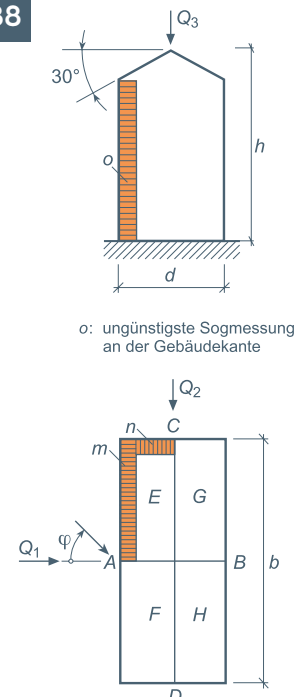
36



37



38

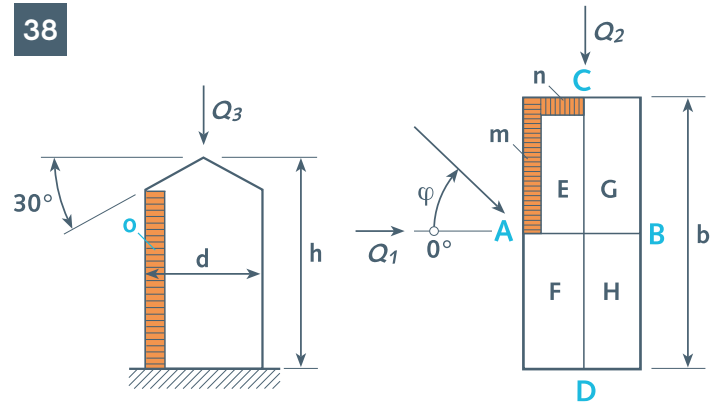


Ermitteln des Druckbeiwertes c_{pe} anhand Gebäudeform Nr. 38 / SIA

(Höhe : Länge : Breite)

- c_{pe} aus **Anhang C** (Tabellen der Kraft- und Druckbeiwerte bei Wind)
- Breite der Randzone o mit erhöhter Flächenlast: $\frac{1}{10}$ der Gebäudelänge resp. -breite.

38



Beispiel:

Gebäudehöhe 20 m, Geländekategorie III

Druckbeiwert Regelbereich = **0,85**

Druckbeiwert (Sog) Regelbereich = **-0,95**

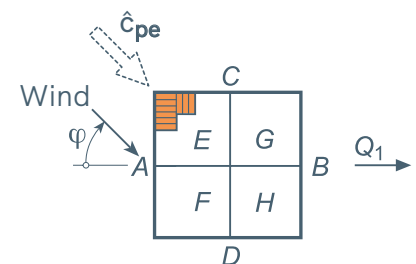
Druckbeiwert (Sog) Randbereich = **-1,10**

Tabelle 38: Beiwerte für $h : b : d = 2 : 2,5 : 1$, Dachneigung 30° :

	Lokale Druckbeiwerte																Globale Kraftbeiwerte		
	c_{pe}								c_{pe}			c_{pi}					c_{f1}	c_{f2}	c_{f3}
	Teilfläche								Teilfläche			Undichtheit vorherrschend auf Fläche					Bezugsfläche		
φ	A	B	C	D	E	F	G	H	m	n	o	glm.	A	B	C	D	$b \cdot h$	$0,93 \frac{d \cdot h}{b}$	$d \cdot b$
0°	0,8	-0,6	-0,95	-0,95	-0,45	-0,45	-0,55	-0,55	-0,65	-0,65	-0,9	-0,4	0,8	-0,65	-0,9	-0,9	1,21	0	-0,5
15°	0,6	-0,55	-0,65	-0,75	-0,25	-0,45	-0,55	-0,65	-0,65	-0,65	-1,1	-0,3	0,6	-0,55	-0,85	-0,75	1,02	0,1	-0,48
45°	0,4	-0,55	0,4	-0,6	-0,3	-0,4	-0,8	-0,7	-0,6	-0,75	-0,6	0,1	0,4	-0,55	0,35	-0,6	0,87	1,0	-0,55
90°	-0,6	-0,6	0,85	-0,25	-0,8	-0,3	-0,8	-0,3	-1,1	-1,1	-0,55	-0,15	-0,55	-0,55	0,85	-0,25	0	1,1	-0,55
												$\hat{c}_{pe} = -2,0$					$c_{fr} = 0$		

Gebäudeform / Tabelle Nr. 38, Anhang C (SIA-Norm 261, 2014)

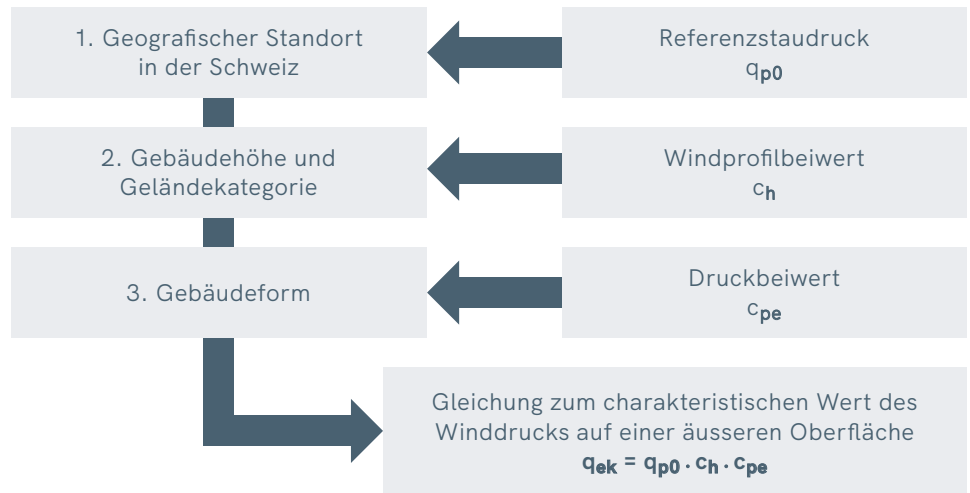
- Die Figur 22 im Anhang C der SIA-Norm 261 definiert die Druckbeiwerte der Gebäudeflächen und Richtungen der Kräfte.
- Die Teilflächen (m, n, o) sind lokal höher beanspruchte Teilflächen. Ihre Kräfte sind nicht mit den Kräften der grossen Flächen zu überlagern.
- Die Beiwerte (\hat{c}_{pe}) dienen zur Berechnung von Maximaldrücken, die an ungünstigen Stellen kurzfristig auftreten können (Glasscheiben, Dachziegel und deren Befestigung).



Figur 22 (SIA-Norm 261, 2014)

Ermittlung der Windlasten

Zusammenfassung



Beispiel mit Objektstandort Kloten

Gebäudehöhe 20 m, Gebäudeform Nr. 38 nach SIA 261

Nach SIA 261 – Artikel 6.2

Charakteristischer Wert des Winddrucks auf einer äusseren Oberfläche

Regelbereich: $q_{ek} = q_{p0} \cdot c_h \cdot c_{pe}$
 Randbereich: $q_{ek} = q_{p0} \cdot c_h \cdot c_{pe}$

(Winddruck für Randbereich mit Breite = $d/10$ resp. $b/10$ mit Druckbeiwert c_{pe} der Spalte o berechnen)

1. Geografischer Standort q_{p0}

Staudruck, Ort: Kloten
 nach «Anhang E, Referenzwert des Staudrucks»:

$$q_{p0} = 0,9 \text{ kN/m}^2$$

2. Gebäudehöhe und Geländekategorie c_h

Profilbeiwert c_h in Abhängigkeit von Höhe z für die Geländekategorie nach «Figur 6»:

Gebäudehöhe	20 m
II Seeufer:	o
IIa grosse Ebene:	o
III Ortschaften freies Feld:	x
IV grossflächige Stadtgebiete:	o

$c_h = 1,19$

3. Gebäudeform c_{pe}

Örtliche Druckbeiwerte in Abhängigkeit von der Gebäudeform:

nach «Tabelle 38» $h : b : d = 2,0 : 2,5 : 1$

- a) max. Druck (Regelbereich) $c_{pe} = 0,85$
- b) max. Sog (Regelbereich) $c_{pe} = -0,95$
- c) max. Sog (Randbereich) $c_{pe} = -1,10$

Ermitteln der Windlasten

Winddruck:
 Regelbereich: $q_{ek} = q_{p0} \cdot c_h \cdot c_{pe}$
 $q_{ek} = 0,9 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,19 \cdot 0,85$
 $q_{ek} = 0,91 \text{ kN/m}^2$

Windsog:
 Regelbereich: $q_{ek} = q_{p0} \cdot c_h \cdot c_{pe}$
 $q_{ek} = 0,9 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,19 \cdot -0,95$
 $q_{ek} = -1,02 \text{ kN/m}^2$

Windsog:
 Randbereich: $q_{ek} = q_{p0} \cdot c_h \cdot c_{pe}$
 $q_{ek} = 0,9 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,19 \cdot -1,10$
 $q_{ek} = -1,18 \text{ kN/m}^2$

Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der Windlasten auf Fassaden

erarbeitet von Prof. Paul Hugentobler, Aesch/BL

Einleitung

Die Grundlagen zur Bestimmung der Windlasten an Fassaden sind in der SIA-Norm 261 «Einwirkungen auf Tragwerke» festgelegt. Diese Norm ist in der Anwendung für den Praktiker recht aufwendig und lässt dennoch viel Interpretationsspielraum zu. Dies besonders bei der Festlegung der **Geländekategorie**, können doch die Kategorien Seeufer, grosse Ebenen, Ortschaften oder Stadtgebiete fast willkürlich angenommen werden.

Die Druckbeiwerte in **Anhang C** werden zwar in Tabellen durch **vorgegebene Gebäudeformen** angegeben. Doch findet man in der Regel keine Tabelle, die auf das zu dimen-

sionierende Gebäude exakt zutrifft. Damit müssen also Annahmen getroffen werden, die viel Spielraum offenlassen und dadurch unnötige Diskussionen auslösen können.

Vereinfachtes Verfahren

Um dem Anwender in der Praxis die Arbeit zu erleichtern und gleichzeitig den Wettbewerb nicht unnötig zu verzerren, wurden einheitliche Angaben der Windlasten für das Schweizerische Mittelland in Funktion der Gebäudehöhe erarbeitet.

Die anschliessend verwendeten Werte stammen aus der SIA-Norm 261, Anhang C, Tabellen 31 bis 38.

Ermittlung charakteristischer Werte für Windlasten

Diagrammbeispiel für Gebäudehöhe 10 m und Geländekategorie III, vereinfachtes Verfahren



Anmerkung zum Diagramm

Es zeigt die mittels Druckbeiwerten aus den SIA-Tabellen 31 bis 38 ermittelten Windlasten. Die grösste Abweichung liegt bei Tabelle 36. Der Winddruck im Regelbereich variiert nur wenig. Im Sogbereich ist hingegen auffällig, dass die Differenz zwischen Regel- und Randbereich relativ gering ist.

Mit steigender Gebäudehöhe erhöht sich auch die Windlast entsprechend. Zur Ermittlung des Windprofilbeiwertes sind auch Parameter für die Geländekategorien enthalten. Dadurch ist es möglich, die Windlasten auf beliebige Geländekategorien umzurechnen.

Resultate

Charakteristische Werte für Windlasten im vereinfachten Verfahren

Die nachfolgenden Tabellen stellen **ein vereinfachtes Verfahren für die Ermittlung der Windlasten nach der SIA-Norm 261** dar. Sie sollen als Hilfe für die Dimensionierung von Bauten oder zur Vordimensionierung dienen. Die angegebenen Winddrücke sind Höchstwerte. Für detailliertere Berechnungen können die Druckbeiwerte aus der SIA-Norm 261, Tabellen 31 bis 38, entnommen werden. Die Abweichungen sind jedoch minimal.

Die in den nachfolgenden Tabellen angegebenen Werte basieren auf folgenden Grundlagen:

- Referenzstaudruck für das Schweizerische Mittelland: $q_{p0} = 0,90 \text{ kN/m}^2$
- Vertikal stehende, geschlossene Fassaden ohne Berücksichtigung von Innendrücken
- Resultate sind charakteristische Werte

Geländekategorie II: Seeufer

Gebäudehöhe		z = 5 m		z = 10 m		z = 15 m		z = 20 m		z = 25 m	
		Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich
Winddruck	(kN/m ²)	0,979	-	1,117	-	1,210	-	1,282	-	1,342	-
Windsog	(kN/m ²)	-1,267	-1,497	-1,446	-1,708	-1,566	-1,850	-1,659	-1,961	-1,736	-2,052

Geländekategorie IIa: grosse Ebene

Gebäudehöhe		z = 5 m		z = 10 m		z = 15 m		z = 20 m		z = 25 m	
		Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich
Winddruck	(kN/m ²)	0,811	-	0,939	-	1,027	-	1,097	-	1,155	-
Windsog	(kN/m ²)	-1,050	-1,241	-1,216	-1,437	-1,329	-1,571	-1,419	-1,677	-1,494	-1,766

Geländekategorie III: Ortschaften, freies Feld

Gebäudehöhe		z = 5 m		z = 10 m		z = 15 m		z = 20 m		z = 25 m	
		Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich
Winddruck	(kN/m ²)	0,653	-	0,767	-	0,848	-	0,913	-	0,968	-
Windsog	(kN/m ²)	-0,845	-0,998	-0,993	-1,173	-1,097	-1,297	-1,181	-1,396	-1,253	-1,481

Geländekategorie IV: grossflächige Stadtgebiete

Gebäudehöhe		z = 5 m		z = 10 m		z = 15 m		z = 20 m		z = 25 m	
		Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich	Regelbereich	Randbereich
Winddruck	(kN/m ²)	0,474	-	0,565	-	0,633	-	0,686	-	0,737	-
Windsog	(kN/m ²)	-0,614	-0,725	-0,732	-0,865	-0,819	-0,968	-0,891	-1,053	-0,954	-1,127

Allfällige Fehlinterpretationen des Inhalts dieser SFHF-Publikation verbleiben vollumfänglich und ausschliesslich in der Verantwortung des Benutzers.

Infos zum Verband

Der Schweizerische Fachverband für hinterlüftete Fassaden (SFHF) verdeutlicht gegenüber Architekten, Planern, Verarbeitern und Bauherren die Vorteile moderner hinterlüfteter Fassaden durch aktuelle Informationen und ausführliche Fachberatung.

Führende Fassadenbauer und Bauproduktehersteller zählen auf die Kompetenz und Marktkraft des SFHF: Der unabhängige Fachverband vertritt – auch international – die Interessen seiner Mitglieder gegenüber Behörden, Institutionen und verwandten Fachverbänden. Er erarbeitet Richtlinien und Empfehlungen und steht im Dialog mit Fach- und Normenkommissionen. Damit trägt er entscheidend dazu bei, die fachlichen Voraussetzungen zur Qualitätssicherung der «vorgehängten hinterlüfteten Fassade» zu schaffen.

Der SFHF organisiert für seine Mitglieder und aussenstehende interessierte Baufachleute regelmässig Fachtagungen zu aktuellen Themen und Trends rund um die «hinterlüftete Fassade».

Darüber hinaus setzt der SFHF mit der aktiven Förderung der Berufsbildung auch wichtige Meilensteine für die Zukunft der Branche.



Mehr Informationen finden sich unter www.sfhf.ch oder kontaktieren Sie uns unter info@sfhf.ch