

Der Höhengsprung

Dr.-Ing. Martin Heller, *pcae-GmbH*

In DIN 1055-5 wird unter Absatz 4.2.7 (Höhensprünge an Dächern) beschrieben, welche Lastannahmen zu treffen sind, um Schneeverwehungen sowie das Abrutschen des Schnees vom höher liegenden Dach bei Höhengsprüngen gerecht zu werden. Für $h < 0.5 \text{ m}$ kann auf einen Nachweis verzichtet werden.

Gemeint ist die nebenstehend dargestellte Situation. Zusätzlich zur normalen Belastung

$$q_0 = \mu_1 s_K \quad \text{mit } \mu_1 = 0.8 \quad (1)$$

muss eine dreiecksförmige Last von der Länge

$$l_s = 5 \text{ m} \leq 2h \leq 15 \text{ m} \quad (2)$$

gemäß Skizze angesetzt werden, deren Ordinate sich zu

$$q_1 = (\mu_s + \mu_w) s_K - q_0 \quad (3)$$

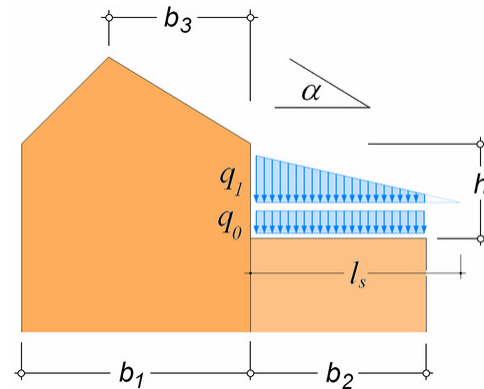


Abbildung 1

ergibt. Hierin ist μ_s der Formbeiwert für die abrutschende Schneelast und μ_w der Formbeiwert der Schneelast aus Verwehung.

Für $\alpha \leq 15^\circ$ darf $\mu_s = 0$ gesetzt werden. Ansonsten ist μ_s aus einer Zusatzlast zu bestimmen, die zu 50% der ermittelten größten resultierenden Gesamtlast auf der anschließenden Dachseite des oberen Daches anzunehmen ist. Diese Gesamtlast sollte auch bei Dachneigungen $> 30^\circ$ stets mit $\mu_1 = 0.8$ ermittelt werden, da andernfalls die abrutschende Schneelast aus einer Last berechnet würde, bei der Anteile der Schneelast bereits abgerutscht sind. Es ergibt sich

$$0.5 b_3 0.8 s_K = 0.5 \mu_s s_K l_s \quad \text{und hieraus unmittelbar}$$

$$\mu_s = 0.8 b_3 / l_s \quad (4)$$

In vorangegangenen Versionen von **4H-WUSL** wurde der Wert mit $\mu_s = 0.4 b_1 / l_s$ angesetzt, da ein symmetrisches Satteldach angenommen wurde. Die hier dargestellte Form ist jedoch universeller, da sie auch unsymmetrische Satteldächer und mit $b_3 = b_1$ auch zum tiefer liegenden Anbau geneigte Pultdächer berücksichtigen kann.

Zur Ermittlung der Schneelast aus Verwehung werden in der Norm zwei Formeln angegeben, wobei der jeweils kleinere Wert maßgebend ist.

$$\mu_w = \min(\mu_{w1}, \mu_{w2}) \quad (5)$$

Die erste Formel ergibt sich aus dem Verhältnis der Gebäudebreiten zum Zweifachen des Höhengsprungs:

$$\mu_{w1} = \frac{b_1 + b_2}{2h} \quad (6)$$

Auch wenn der physikalische Tiefsinn dieser Formel letztlich im Dunkeln bleibt, so kann doch festgestellt werden, dass μ_{w1} mit den Gebäudebreiten wächst, bei anwachsenden Höhengsprung jedoch kleiner wird.

Die zweite Formel beschränkt die Last bei kleinen Höhensprüngen. Da der Schnee auf dem tiefer liegenden Gebäude durch abrutschenden Schnee und Schneeverwehungen nicht über den Traufpunkt des höher liegenden Gebäudes herausragen wird, gilt die Begrenzung

$$\gamma h \leq (\mu_s + \mu_w) s_K \quad \text{bzw.}$$

$$\mu_{w2} = \frac{\gamma h}{s_K} - \mu_s \quad (7)$$

Die Wichte γ darf hierbei mit 2 kN/m^2 angenommen werden.

μ_s und μ_w werden gemeinsam weiterhin mit

$$0.8 \leq \mu_s + \mu_w \leq 2.0 \quad (8)$$

eingeschränkt. Die untere Grenze (0.8) versteht sich nahezu von selbst, da ansonsten q_1 in (3) unter Beachtung von (1) negativ würde. Die obere Grenze (2.0) war wohl längere Zeit umstritten – im Originaltext der DIN 1055-5 ist noch der Wert 4.0 angegeben. Dieser wurde jedoch mit der *Musterliste für Technische Baubestimmungen vom Februar 2007* für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation auf 2.0 begrenzt.

Um den Einfluss der unterschiedlichen Formeln und Einschränkungen auf den sich ergebenden Wert zu studieren, sei ein Fallbeispiel vorgestellt. Es sei $b_1=14.00 \text{ m}$, $b_2=7.00 \text{ m}$, $\alpha < 15^\circ$ (sodass μ_s zunächst unberücksichtigt bleiben kann) und $s_K = 0.85$ (Schneelastzone 2, $h+\text{NN}=200\text{m}$). In Abbildung 2 sind die μ -Werte in Abhängigkeit anwachsender Höhensprünge h in m dargestellt. Es ergeben sich unterschiedliche Bereiche, die hier diskutiert werden sollen:

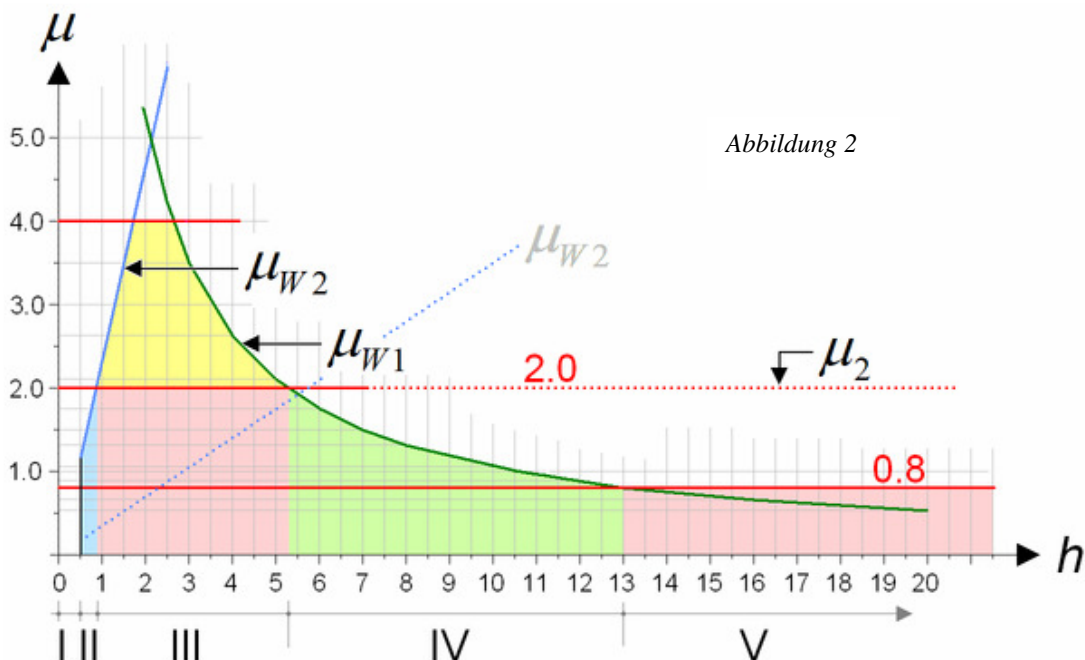


Abbildung 2

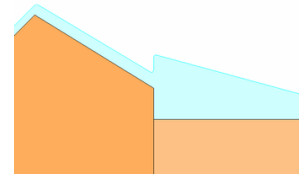
I $h < 0.5$

Der Höhensprung braucht nicht berücksichtigt werden.

Es leuchtet unmittelbar ein, dass sich der Aufwand eines zusätzlichen Nachweises bei sehr kleinen Höhensprüngen nicht lohnt.

II $0.5 < h < 0.85$ Maßgebend ist μ_{w2} gemäß (7)

Die Einschränkung in (7) ist sicherlich vernünftig, da anderenfalls kuriose Schneelastbilder entstehen würden, wie sie nebenstehend dargestellt sind.



Die Steigung der Geraden μ_{w2} im Diagramm ist maßgeblich von dem charakteristischen Wert der Schneelast am Boden s_K abhängig. Dieser ist ortsabhängig und kann in Hochlagen sehr große Werte annehmen. Die im Diagramm dargestellte gepunktete Linie zeigt beispielhaft μ_{w2} bei $s_K = 5.76 \text{ kN/m}^2$ (Schneelastzone 3, $h+\text{NN} = 900\text{m}$). Es ist zu erkennen, dass die Spitze (der Schnittpunkt zwischen der μ_{w1} - und μ_{w2} -Linie) in Gegenden mit hohem Schneebefall deutlich abgesenkt wird. Im gegebenen Beispiel würde die 2.0-Grenze insgesamt nicht erreicht werden.

III $0.85 < h < 5.30$ Es gilt die obere Grenze von 2.0

Für den Normalfall (ständige und vorübergehende Bemessungssituation) ist eine obere Begrenzung der Formbeiwerte sicherlich sinnvoll.

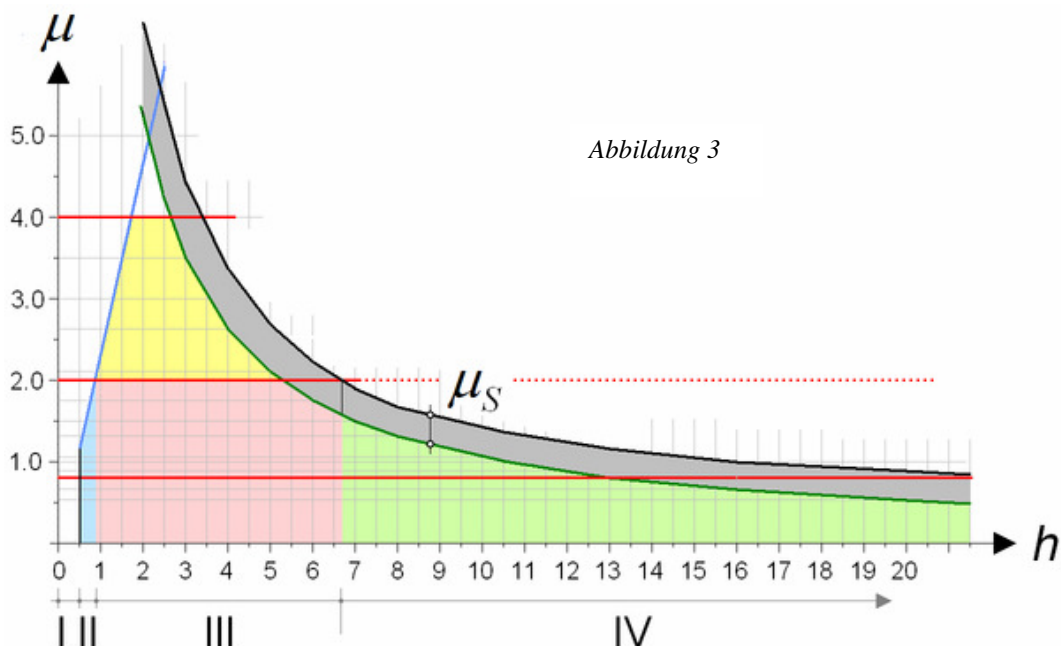
IV $5.30 < h < 13.00$ Maßgebend ist μ_{w1} gemäß (6)

Bei dem noch moderaten Höhengsprung von 5,30 m sinkt der anzusetzende Formbeiwert unter die Obergrenze von 2.0 und verkleinert sich mit zunehmendem h stetig.

V $13.00 < h$ Es gilt die untere Grenze von 0,8

Gemäß (3) ergibt sich $q_1 = 0$. Die normale Belastung mit $q_0 = 0.8 s_K$ entspr. (1) reicht offensichtlich aus, um dem mittlerweile recht groß gewordenen Höhengsprung gerecht zu werden. Der Bereich V verhält sich faktisch wie Bereich I: Der Höhengsprung braucht nicht berücksichtigt zu werden.

Ist $\alpha > 15^\circ$, so ist der abrutschende Schnee mit dem Formbeiwert μ_s gemäß (4) zusätzlich anzusetzen. Wird ein symmetrisches Satteldach angenommen, so ergibt sich im gegebenen Beispiel bei kleinen Höhengsprüngen ($h < 2,5\text{m}$) $\mu_s = 1.12$. Zwischen $h = 2,5\text{m}$ und $h = 7,5$ verringert sich μ_s stetig, da hier der Nenner in (4) mit $l_s = 2h$ anwächst. Bei größeren Höhengsprüngen ($h > 7.5$) ergibt sich $\mu_s = 0.37$ als konstante Größe. Gemäß (3) muss μ_s zu μ_w addiert werden.



In Abbildung 3 sind die Zusammenhänge dargestellt. Der grau angelegte Bereich stellt hier den Anteil des abrutschenden Schnees am anzusetzenden Formbeiwert dar. Es ist zu erkennen, dass sich die oben diskutierten Bereiche durch μ_s nach hinten verschieben. Am grundsätzlichen Verhalten der Formeln ändert dies jedoch nichts. Bei $h=25,00$ m schneidet die schwarze Linie die rote untere Grenzlinie. Ab hier gilt die Aussage für den Bereich V: q_1 ergibt sich zu 0 – der Höhengsprung kann bei der Lastannahme ignoriert werden.

Verallgemeinernd kann festgehalten werden: Die Maximalwerte von $(\mu_s + \mu_w)$ gemäß (4) und (5) unter Zuhilfenahme von (6) und (7) finden sich in der Regel bei kleineren bis mittleren Höhengsprüngen. Insbesondere in Gegenden mit kleinen s_K -Werten wird hier die obere Grenze von 2.0 für die ständige und vorübergehende Bemessungssituationen oftmals überschritten. Mit zunehmender Größe des Höhengsprungs wird $(\mu_s + \mu_w)$ kleiner. Immer wird sich ein h angeben lassen, das so groß ist, dass kein zusätzlicher Nachweis auf Grund des Höhengsprunges erforderlich ist. Umso mehr irritiert die Festlegung in der *Musterliste der Technischen Baubestimmungen*, die wie folgt lautet:

„Bei größeren Höhengsprüngen, ab $\mu_s + \mu_w > 3$, gilt die Begrenzung $3 < \mu_s + \mu_w < 4$ für den max. Wert der Schneeverwehung auf dem tiefer liegenden Dach. Dieser Fall ist dann wie ein außergewöhnlicher Lastfall nach DIN 1055-100 zu behandeln. (...) Bei seitlich offenen und für die Räumung zugänglichen Vordächern ($b_2 \leq 3$ m) braucht unabhängig von der Größe des Höhengsprunges nur die ständige/vorübergehende Bemessungssituation betrachtet zu werden.“

Der Begriff „größerer Höhengsprung“ ist sicherlich relativ. Wird er (nur um ein Gefühl für die Zusammenhänge zu bekommen) hier mit 10 m festgelegt, so müssen $b_1 + b_2$ bereits Ausmaße in Fußballfeldgröße annehmen, um für $(\mu_s + \mu_w)$ den Grenzwert 3 zu erreichen. Bei noch größeren Höhengsprüngen wird der Grenzwert von 3 bei ansonsten realistischen Ausmaßen kaum maßgebend. Der eingeschobene Passus „ab $\mu_s + \mu_w > 3$ “, der nebenbei bemerkt erst in späteren Versionen der Musterliste ohne besonderen Hinweis hinzugefügt wurde, ist offensichtlich ungeeignet, einen großen Höhengsprung auszuweisen. Die Tatsache, dass bei wirklich großen Höhengsprüngen (ab ~ 40 m) der Nachweis komplett entfällt, da durch Anwendung der Formeln keine Lastordinaten > 0 ermittelt werden können, gibt zu denken.

Um hier das Statikergewissen zu beruhigen, sollte in diesen Fällen gegebenenfalls auf den Absatz 2.4.8 der DIN 1055-5 zurückgegriffen werden. Er befasst sich mit Verwehungen an Wänden und Aufbauten. Es ist

$$\mu_1 = 0.8 \quad (9) \quad \text{und}$$

$$\mu_2 = \frac{\gamma h}{s_K} \quad (10) \quad \text{mit den Grenzen}$$

$$0.8 \leq \mu_2 \leq 2.0 \quad (11)$$

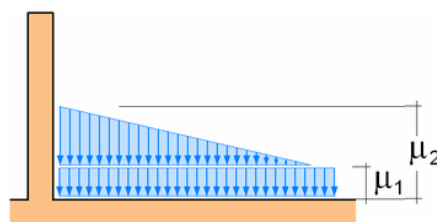


Abbildung 4

Die Länge des dreieckförmigen Keils ist mit (2) anzunehmen. Im Falle eines großen Höhengsprunges wird sicherlich die obere Grenze maßgebend. Sie ist in den Abbildungen 2 und 3 als rot punktierte Linie eingetragen.