



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Bachelor of Engineering (B.E.)

Vergleich von DIN 1055 alt / neu am Beispiel einer Stahlhalle

von

Jan Stoll

Studiengang: Bauingenieurwesen

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. H.-U. Hoch

Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. G. Bolle

Ausgabetermin: 09.02.2009

Abgabetermin: 30.03.2009

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2009-0016-8



Abstract

Diese Bachelorarbeit vergleicht die Unterschiede und die Gemeinsamkeiten der alten und der geänderten Fassung der DIN 1055 am Beispiel einer Herkules-Stahlhalle.

Der Hauptteil der Arbeit besteht aus drei Teilen, wobei zunächst ein inhaltlicher Vergleich zwischen den bisherigen und den überarbeiteten Normenteilen 4 und 5 hergestellt wird.

Im zweiten Teil werden die alte und die neue Norm am Beispiel eines Rahmens der Stahlhalle verglichen. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf den Unterschieden bei den Wind- und Schneelastannahmen.

Abschließend werden im dritten Teil der Arbeit alle Positionen der Halle nach der neuen Normenfassung berechnet und die Ergebnisse in Bezug auf Bemessungsänderungen kurz dargestellt.

This bachelor thesis compares the differences and commonalities of the old and the changed version of the DIN 1055 by using the example of a steel hall.

The main part of the thesis consists of three parts and at first there is a content comparison between the present and the revised norm parts 4 and 5. In the second part the old and the new norm are compared by using the example of a frame of the steel hall. Special attention is given to the differences of the wind and snow loads

Finally, in the third part, all positions of the hall are calculated with the new norm version and the results in relation to calculation changes are shown briefly.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	III
Bezeichnungen.....	VI
1 Einleitung.....	1
2 Vergleich von DIN 1055 alt und neu.....	3
2.1 Entstehung der Windlastnorm DIN 1055-4.....	3
2.2 Vergleich der Windlastnorm DIN 1055-4 alt und neu.....	4
2.2.1 Allgemeines.....	4
2.2.2 Ermittlung des Winddrucks und der Windkraft.....	4
2.2.3 Die neue Windzonenkarte.....	5
2.2.4 Der Böengeschwindigkeitsdruck.....	7
2.2.5 Aerodynamische Beiwerte.....	8
2.2.6 Einfluss der Geländerauhigkeit.....	9
2.2.7 Geschwindigkeitsdruck auf Außenwände.....	11
2.2.8 Schwingungsanfälligkeit.....	12
2.2.9 Vorübergehende Zustände.....	12
2.3 Entstehung der Schneelastnorm DIN 1055-5.....	13
2.4 Vergleich der Schneelastnorm DIN 1055-5 alt und neu.....	13
2.4.1 Allgemeines.....	13
2.4.2 Die neue Schneelastzonenkarte.....	14
2.4.3 Schneelastermittlung.....	15
2.4.4 Das Norddeutsche Tiefland.....	17
2.4.5 Eislasten.....	19
3 Rechnerischer Vergleich von DIN 1055 alt und neu.....	20
3.1 Vorbemerkungen zur Halle.....	20
3.2 Statisches System.....	21
3.3 Ständige Lasten.....	22

3.4	Schneelast.....	23
3.4.1	Schneelast nach DIN 1055 alt.....	23
3.4.2	Schneelast nach DIN 1055 neu.....	23
3.5	Windlasten.....	25
3.5.1	Windlasten nach DIN 1055 alt.....	25
3.5.2	Windlasten nach DIN 1055 neu.....	25
3.6	Übersicht Lastfälle.....	30
3.6.1	Übersicht Lastfälle nach DIN 1055 alt.....	30
3.6.2	Übersicht Lastfälle nach DIN 1055 neu.....	30
3.7	Lastkombinationen.....	31
3.7.1	Lastkombinationen nach DIN 1055 alt.....	31
3.7.2	Lastkombinationen nach DIN 1055 neu.....	31
3.8	Übersicht Schnittlasten.....	32
3.8.1	Schnittlasten DIN 1055 alt.....	32
3.8.2	Schnittlasten DIN 1055 neu.....	32
3.9	Schnittkraftbilder.....	36
3.9.1	Schnittkraftbilder nach DIN 1055 alt.....	36
3.9.2	Schnittkraftbilder nach DIN 1055 neu.....	36
3.10	Tragsicherheitsnachweise.....	38
3.11	Profilwahl.....	39
4	Berechnung der Stahlhalle nach DIN 1055 neu.....	40
4.1	Positionsplan.....	41
4.2	Position 1 – Hallendach – Thermodachelemente.....	42
4.3	Position 2 – Firstpfetten.....	45
4.4	Position 3 – Mittlere Pfetten.....	46
4.5	Position 4 – Traufriegel.....	47
4.6	Position 5 – Hallenwand in Achse A.....	49
4.7	Position 6 – Wandriegel in Achse A.....	50
4.8	Position 7 – Wandriegel in Achse 1 und 4.....	52
4.9	Position 8 – Zweigelenkrahmen in Achse B.....	53
4.10	Position 9 – Dachträger in Achse A und E.....	54

4.11	Position 10 – Horizontalverband zwischen Achse B und C.....	56
4.12	Position 11 – Vertikalverbände in Achse 1 und 4.....	58
4.13	Position 12 – Vertikalverband in Achse A.....	59
4.14	Position 13 – Pendelstützen in Achse 2 und 3.....	60
4.15	Position 14 – Pendelstützen in Achse 1 und 4.....	63
4.16	Position Fu1, 2 – Bodenplatte, Streifenfundamente.....	65
4.17	Profilübersicht.....	66
5	Zusammenfassung.....	67
	Quellenverzeichnis.....	69
	Abbildungsverzeichnis.....	72
	Tabellenverzeichnis.....	74
	Anhang:	
	Anlage A.1 – Statische Berechnung der Lagerhalle (Ingenieurbüro Brands)	
	Anlage A.2 – Statische Berechnung der Lagerhalle nach DIN 1055 neu	
	Erklärung	

Bezeichnungen

Lateinische Großbuchstaben

A	Lasteinzugsfläche
A_{ref}	Bezugsfläche
F_w	Gesamtwindkraft, die auf ein Gebäude wirkt
G	Böenreaktionsfaktor

Lateinische Kleinbuchstaben

b	Bauwerksbreite
C_f	aerodynamischer Kraftbeiwert (DIN 1055-4: 1986-08)
C_{pe}	aerodynamischer Außendruckdruckbeiwert
h	Gebäudehöhe
k_s	Abminderungswert (DIN 1055-5: 1975-06)
q	(Böen-) Geschwindigkeitsdruck
q_{ref}	zu v_{ref} gehörender Geschwindigkeitsdruck
s_0	Regelschneelast (DIN 1055-5: 1975-06)
s_i	charakteristischer Wert der Schneelast auf dem Dach
s_k	charakteristischer Wert der Schneelast auf dem Boden
v	Windgeschwindigkeit
v_m	mittlere Windgeschwindigkeit
v_{ref}	zeitlich gemittelte Windgeschwindigkeit
w_e	charakteristischer Winddruck (w_{alt} ; w_{neu})
z_e	Bezugshöhe

Griechische Buchstaben

α	Neigung
γ	Wichte
μ_i	Formbeiwert der Schneelast

1 Einleitung

Am 1. Januar 2007 wurde die neue DIN 1055 – „Einwirkungen auf Tragwerke“ als technische Baubestimmung ohne Übergangsfrist bundesweit¹ bauaufsichtlich eingeführt. Dies betrifft folgende Teile der Normenreihe:

DIN 1055-3: 2006-03	Eigen- und Nutzlasten für Hochbauten
DIN 1055-4: 2005-03	Windlasten
DIN 1055-4/ Ber. 1: 2006-03	Berichtigung 1
DIN 1055-5: 2005-07	Schnee- und Eislasten
DIN 1055-6: 2005-03	Einwirkungen auf Silos und Flüssigkeitsbehälter
DIN 1055-6/ Ber. 1: 2006-02	Berichtigung 1
DIN 1055-9: 2003-08	Außergewöhnliche Einwirkungen

Die bisher geltenden Teile wurden zeitgleich zurückgezogen.

Folgende Teile der Norm wurden bereits in den Jahren zuvor bauaufsichtlich eingeführt:

DIN 1055-1: 2002-06	Wichten und Flächenlasten von Baustoffen, Bauteilen und Lagerstoffen
DIN 1055-7: 2002-11	Temperatureinwirkungen
DIN 1055-8: 2003-01	Einwirkungen während der Bauausführung
DIN 1055-10: 2004-07	Einwirkungen infolge Krane und Maschinen
DIN 1055-100: 2001-03	Grundlagen der Tragwerksplanung – Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln

Insbesondere die Teile 4 und 5, die im Rahmen dieser Arbeit genauer betrachtet werden, sind im Vergleich zu den bisherigen Fassungen grundlegend überarbeitet worden. Gründe dafür sind zum einen die Vereinheitlichung der technischen Regeln im Bereich Lastannahmen und Bemessung baulicher Anlagen in der europäischen Gemeinschaft.

¹im Freistaat Sachsen gelten diese Normenteile bereits seit dem 1. Juli 2006 [4]

So bildet die DIN EN 1991 (Eurocode 1) die Grundlage für die neue Lastnormenreihe DIN 1055. Zweiter wesentlicher Grund für die Änderung ist die in den letzten Jahrzehnten größer gewordene statistische Basis der gemessenen Wind- und Schneelasten. So wurde z.B. unter Ausnutzung der seit 1980 vergrößerten Datenbasis und verbesserter Auswertemethoden im Rahmen eines Forschungsvorhabens des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) eine neue Windzonenkarte erstellt. Und drittens hat das Vordringen neuer Bauweisen und neuer Bauformen Lücken sowohl im Katalog der Beiwerte als auch bei anderen Parametern entstehen lassen, die zu unsicheren oder unwirtschaftlichen Bemessungsergebnissen führen konnten.

Im Vordergrund dieser Arbeit steht der Vergleich der alten und neuen DIN 1055 am Beispiel einer Herkules-Stahlhalle. (Abb. 1-1) Bei großen, weitgespannten Stahlhallen kommen die Unterschiede und Gemeinsamkeiten besonders deutlich zum Vorschein da sie dem Wind und Schnee eine große Angriffsfläche bieten. Außerdem sind sie, im Vergleich zu Massivbauten, sehr filigran ausgebildet.

In dieser Arbeit werden die Auswirkungen der neuen Norm auf die Bemessung der Halle untersucht. Genauer wird hierbei der Zweigelenrahmen betrachtet, der das Grundgerüst der Stahlhalle bildet.

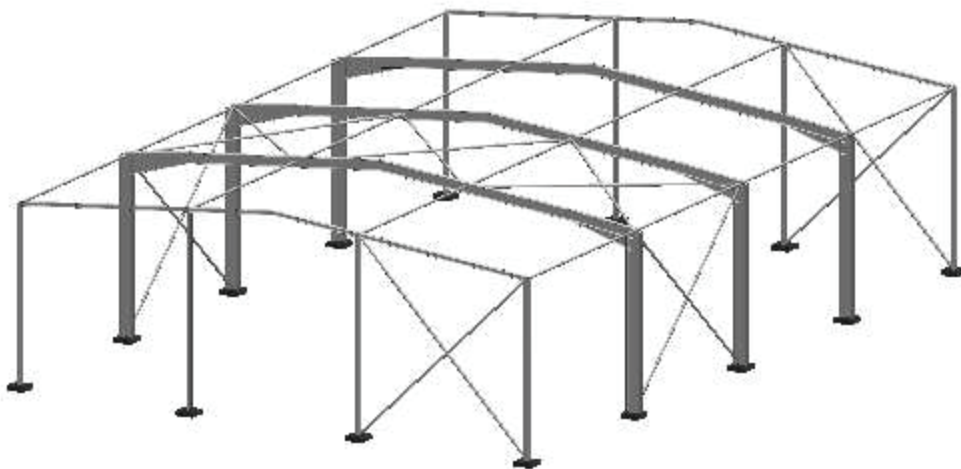


Abb. 1-1 Darstellung des Haupttrahmensystems [3]

2 Vergleich von DIN 1055 alt und neu

2.1 Entstehung der Windlastnorm DIN 1055-4

Die neue DIN 1055-4: 2005-03 ersetzt die DIN 1055-4: 1986-08, die auf die Ausgabe von 1938 zurückgeht. „Diese legte für das gesamte damalige Reichsgebiet einen einheitlichen Wert der Windgeschwindigkeit fest. [...] Eine solche Festlegung deckte [...] die Sturmstärken, die an den Küsten und in den küstennahen Gebieten auftreten, nicht ab. Das konnte 1938 in Kauf genommen werden, weil damals schwere Bauweisen vorherrschten bei denen die Windlast im Allgemeinen eine untergeordnete Rolle spielt. Ihre Wirkung auf die Beanspruchung des Tragwerks tritt in diesem Falle hinter der Belastung durch das Eigengewicht und durch andere Einwirkungen zurück. Eine Abschätzung reichte aus, um die zusätzlichen Beanspruchungen durch Winddrücke mit brauchbarer Genauigkeit zu erfassen.“ [6, Seite 2]

Moderne Bauweisen sind dagegen vielfach leichter und filigraner und damit empfindlicher gegenüber Windeinwirkungen. Sie benötigen realistische Lastansätze, wie sie seit dem Beginn der 60er Jahre in der internationalen und nationalen Forschung im Windingenieurwesen entwickelt wurden. Dieser erhebliche Fortschritt war aufzunehmen und die Norm dem fortgeschrittenen Stand der erprobten Erkenntnisse anzupassen.

In den 90er Jahren entstand der Eurocode 1 – „Einwirkungen auf Tragwerke“, die deutsche Ausgabe DIN V ENV 1991-2-4 – „Windlasten“ lag 1995 vor. Im Koordinierungsausschuss des Normenausschusses Bau (NABau) wurde 1998 entschieden, die DIN-Normen auf Grundlage der ENV zu überarbeiten und herauszugeben. „Der Arbeitsausschuss legte 2001 nach dreijähriger Beratung einen Gelbdruck vor. Die nachfolgende Auslagefrist gab der Fachöffentlichkeit Gelegenheit, das Ergebnis zu diskutieren. Wie angesichts der weitgehenden Neufestsetzungen zu erwarten war, ergab sich eine größere Anzahl von Einsprüchen. Der Ausschuss arbeitete die Ergebnisse der Einspruchsverhandlungen ein, so dass der Weißdruck im März 2005 erscheinen konnte.“ [6, Seite 1]

2.2 Vergleich der Windlastnorm DIN 1055-4 alt und neu

2.2.1 Allgemeines

Die alte Fassung der DIN 1055-4: 1986-08 hatte einen Umfang von 29 Seiten und eine zweiseitige Berichtigung von 1987. Sie fügte der Fassung von 1977 lediglich eine Sammlung aerodynamischer Kraft- und Druckbeiwerte für geometrisch einfache Baukörperformen hinzu. Weitere inhaltliche Änderungen gab es kaum. Die neue Fassung der Windlastnorm wurde mit der Zielsetzung, die offensichtlich überalterten Regelungen dem aktuell anerkannten Stand der Technik anzupassen, grundlegend überarbeitet. Der Umfang stieg dabei, einschließlich der Berichtigung 2006-03, auf 107 Seiten an.

Zur Vereinheitlichung des Sicherheitsniveaus wurde für die charakteristische Windgeschwindigkeit statistisch eine Wiederkehrperiode von einmal in 50 Jahren angesetzt. In der alten Norm war diese Wiederkehrperiode aufgrund der bundesweit einheitlich angenommenen Windgeschwindigkeit regional unterschiedlich. In Süddeutschland waren es 50 Jahre, in der Norddeutschen Tiefebene etwa 10 Jahre und entlang der Nord- und Ostseeküste trat diese Windgeschwindigkeit einmal pro Jahr auf.

2.2.2 Ermittlung des Winddrucks und der Windkraft

Der charakteristische Winddruck w_e setzt sich auch in der neuen Norm aus dem Geschwindigkeitsdruck q , in Abhängigkeit von der Bezugshöhe z_e , und einem aerodynamischen Druckbeiwert c_{pe} zusammen.

$$w_e = c_{pe} \times q(z_e) \quad (\text{Gl. 2-1})$$

Jedoch sind beide Faktoren wesentlich differenzierter zu ermitteln als noch in der alten Fassung. (vgl. 2.2.4 und 2.2.5.)

Die Windkraft F_w , die auf ein Gebäude oder ein Bauteil wirkt, errechnet sich ebenfalls aus dem Geschwindigkeitsdruck q , einem aerodynamischen Kraftbeiwert c_f sowie der Bezugsfläche A_{ref} .

$$F_w = c_f \times q(z_e) \times A_{ref} \quad (\text{Gl. 2-2})$$

Diese Lasten zur Beschreibung der Windeinwirkung sind in ähnlicher Form bereits aus der alten Normfassung bekannt. Betrachtet man die einzelnen Faktoren, wie den Geschwindigkeitsdruck, die Beiwerte sowie die Bezugsfläche und deren Definition näher, werden jedoch die Unterschiede zwischen den beiden Normengenerationen ersichtlich.

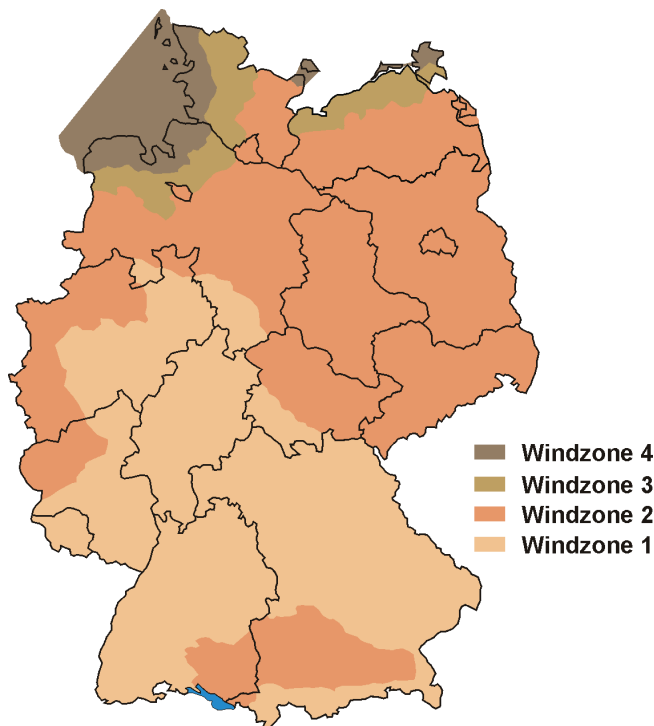
2.2.3 Die neue Windzonenkarte

Die Windgeschwindigkeit v und der zugehörige Staudruck q hingen nach DIN 1055-4: 1986-08 lediglich von der Höhe des Bauwerkes ab und waren im gesamten räumlichen Geltungsbereich der Norm einheitlich. (Tab. 2-1)

Höhe über Gelände	m	0 bis 8	>8 bis 20	>20 bis 100	> 100
Windgeschwindigkeit	m/s	28,3	35,8	42,0	45,6
Staudruck q	kN/m ²	0,5	0,8	1,1	1,3

Tab. 2-1 Staudruck q [DIN 1055-5: 1986-08, Tab. 1]

Örtliche topographische Einflüsse wurden nicht berücksichtigt, es musste lediglich bei Bauwerken, welche dem Windangriff besonders stark ausgesetzt waren, ein Staudruck von mindestens 1,1 kN/m² angenommen werden. Da das Windklima zwischen Küste und Binnenland in der Realität sehr unterschiedlich sein kann, resultierten daraus unterschiedlich große Sicherheiten bei dem Tragfähigkeitsnachweis für Gebäude.



Windzone	v_{ref} in m/s	q_{ref} in kN/m ²
1	22,5	0,32
2	25,0	0,39
3	27,5	0,47
4	30,0	0,56

Tab. 2-2 Windgeschwindigkeiten, Geschwindigkeitsdrücke

Abb. 2-1 Windzonenkarte [15]

Deshalb entstand, wie bereits aus dem Eurocode bekannt, eine Windzonenkarte für Deutschland. (Abb. 2-1) Diese unterteilt die Bundesrepublik in vier Zonen mit den dazugehörigen zeitlich gemittelten Windgeschwindigkeiten v_{ref} und deren Geschwindigkeitsdrücken q_{ref} . (Tab. 2-2) Diese Windgeschwindigkeiten gelten für eine Höhe von 10 m über Grund in ebenem, offenem Gelände. Für eine genaue Zuordnung der Windzonen nach Verwaltungsgrenzen der Länder hat das Deutsche Institut für Bautechnik eine Excel-Tabelle veröffentlicht. [9]

2.2.4 Der Böengeschwindigkeitsdruck

Der Böengeschwindigkeitsdruck q , in der alten Norm noch als Staudruck bezeichnet, darf bei Gebäuden mit einer Höhe von bis zu 25 m über Grund vereinfacht als über die gesamte Höhe konstant angenommen werden. (Tab. 2-3)

Windzone		Geschwindigkeitsdruck q in kN/m^2 bei einer Gebäudehöhe h in den Grenzen von		
		$h \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$	$18 \text{ m} < h \leq 25 \text{ m}$
1	Binnenland	0,50	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,80	0,90
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,00	1,10
3	Binnenland	0,80	0,95	1,10
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee	1,40	–	–

Tab. 2-3 Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke [DIN 1055-5, Tab. 2]

Der Geschwindigkeitsdruck hängt von der Gebäudehöhe h und dem Standort und somit von der Windzone ab. Die vier Windzonen werden hierbei zusätzlich in Binnenland und Küsten- sowie Inselgebiete unterteilt. Der Küstenbereich bezieht sich dabei auf einen 5 km breiten Streifen landeinwärts. Diese Unterteilung berücksichtigt den Einfluss der Bodenrauigkeit, was im genauen Verfahren durch die Unterscheidung der vier verschiedenen Geländekategorien Berücksichtigung findet. [vgl. 2.2.6]
Für ein 8 Meter hohes Gebäude beispielsweise in Greifswald ergeben sich die Winddrücke auf eine vertikale Wand zu:

$$w_{\text{alt}} = 0,8 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 = \underline{0,4 \text{ kN/m}^2} \quad (\text{Gl. 1-3})$$

$$w_{\text{neu}} = 0,8 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 = \underline{0,68 \text{ kN/m}^2} \quad (\text{Gl. 1-4})$$

2.2.5 Aerodynamische Beiwerte

Nach alter Norm betrug der maßgebende Druckbeiwert c_p an vertikalen Wänden +0,8 für die Luv- und -0,5 für die Leeseite. Der aerodynamische Druckbeiwert c_{pe} zur Berechnung des Winddruckes hängt nach neuer Norm von der Größe der Lasteinzugsfläche A und der Gebäudegeometrie ab. Er wird nun nicht mehr nur in drei sondern in fünf Bereiche (A bis E) unterteilt. (Abb. 2-2) Außerdem wird zwischen Lasteinzugsflächen von $A \leq 1 \text{ m}^2$ und $> 10 \text{ m}^2$ unterschieden. „Die Werte für Lasteinzugsflächen $< 10 \text{ m}^2$ sind dabei ausschließlich für die Berechnung der Ankerkräfte von unmittelbar durch Windeinwirkungen belasteten Bauteilen, den Nachweis der Verankerungen und ihrer Unterkonstruktion zu verwenden.“ [DIN 1055-4, Seite 20]

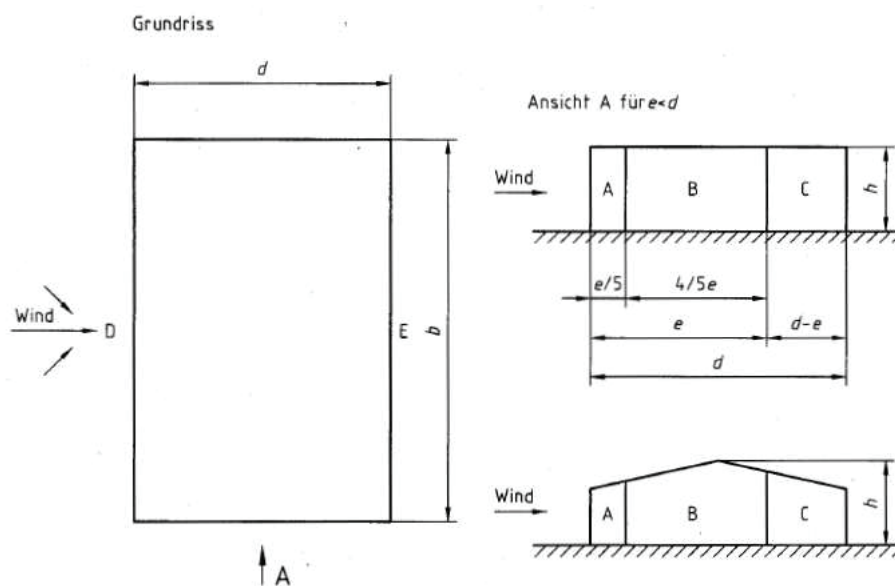


Abb. 2-2 Einteilung der Wandflächen bei vertikalen Wänden (Auszug)
[DIN 1055-4, Bild 4]

Auch der Druckbeiwert der Dachfläche ist nach neuer Normfassung nicht mehr nur von der Dachneigung abhängig. Für seine Ermittlung wird die Dachfläche ebenfalls in fünf Bereiche (F bis J) unterteilt. Außerdem stehen die Außendruckbeiwerte im Zusammenhang mit der Dachform. Dabei werden Flach-, Pult-, Sattel- und Trog-, Walm- und Sheddächer unterschieden. Wie auch bei vertikalen Wänden werden verschiedene Werte

für die Anströmrichtungen 0° und 90° , d.h. Wind auf Trauf- bzw. Giebelseite, angegeben. (Abb. 2-3)

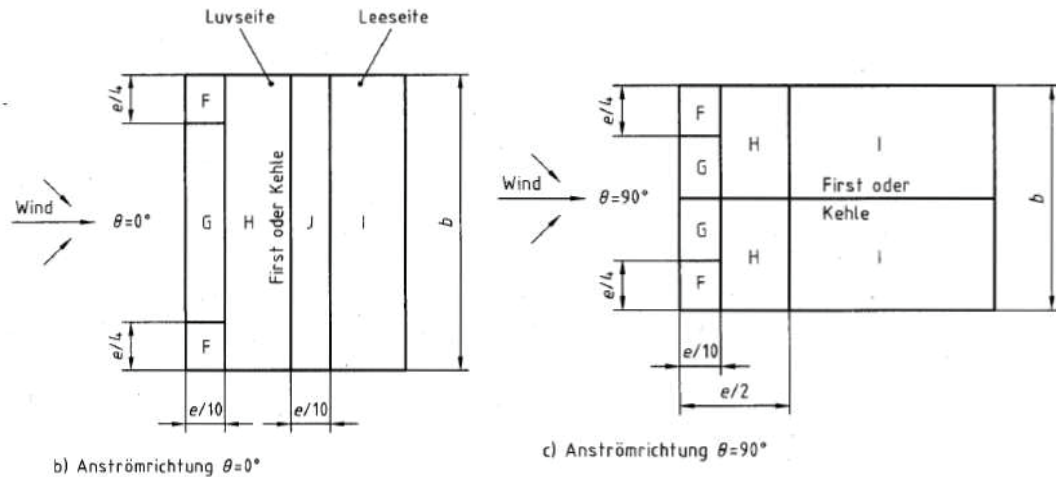


Abb. 2-3 Einteilung der Dachflächen bei Sattel- und Trogdächern (Auszug)
[DIN 1055-4, Bild 7]

2.2.6 Einfluss der Geländerauhigkeit

Der Einfluss der Geländerauhigkeit fand nach DIN 1055-4: 1986-08 keine Berücksichtigung. Tatsächlich hat aber die Rauigkeit des angrenzenden Geländes Einfluss auf die Windgeschwindigkeiten. (Abb. 2-4) Bei einer Großstadtbebauung nimmt die mittlere Windgeschwindigkeit v_m vom Boden aus nur langsam zu. Die ungestörte Gradientenwindgeschwindigkeit v_G wird hier erst in weit größerer Höhe erreicht als bei sehr glatten Oberflächen, etwa über offenem Wasser.

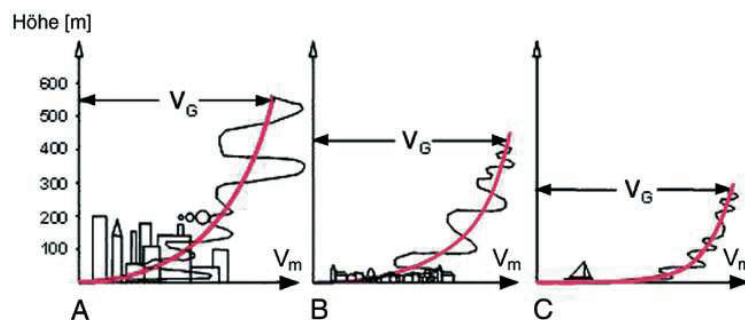
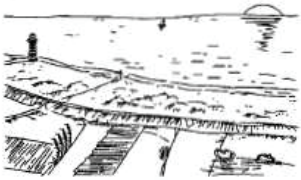





Abb. 2-4 Entwicklung der Windgeschwindigkeit bei verschiedenen Rauigkeiten [14]

Beim genauen Verfahren zur Berechnung des Winddrucks muss die Bodenrauigkeit in der Umgebung des Bauwerksstandortes mit einbezogen werden. Dazu sind in der neuen Norm vier verschiedene Geländekategorien angegeben mit denen der Einfluss der Geländerauigkeit erfasst wird. (Tab. 2-4)

<p>Geländekategorie I</p> <p>Offene See; Seen mit mindestens 5 km freier Fläche in Windrichtung; glattes, flaches Land ohne Hindernisse $z_0 = 0,01 \text{ m}$</p>	
<p>Geländekategorie II</p> <p>Gelände mit Hecken, einzelnen Gehöften, Häusern oder Bäumen, z. B. landwirtschaftliches Gebiet $z_0 = 0,05 \text{ m}$</p>	
<p>Geländekategorie III</p> <p>Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete; Wälder $z_0 = 0,30 \text{ m}$</p>	
<p>Geländekategorie IV</p> <p>Stadtgebiete, bei denen mindestens 15 % der Fläche mit Gebäuden bebaut sind, deren mittlere Höhe 15 m überschreitet $z_0 = 1,00 \text{ m}$</p>	

Tab. 2-4 Geländekategorien [DIN 1055-4, Tab. B.1]

Da große Gebiete mit gleichförmiger Bodenrauigkeit in Deutschland selten vorkommen, sind in der Regel für die Übergangszonen entsprechende Mischprofile anzusetzen. Das Mischprofil Küste beschreibt die Verhältnisse in einem Übergangsbereich zwischen Kategorie I und II, das Mischprofil Binnenland die Verhältnisse zwischen II und III.

2.2.7 Geschwindigkeitsdruck auf Außenwände

Die Außendrucke dürfen, wie auch nach alter Norm, über die Baukörperhöhe gestaffelt angesetzt werden. Jedoch ist auch die Ermittlung von verschiedenen Geschwindigkeitsdrücken an einem Gebäude in der neuen Norm differenzierter. Die Staffelung ist vom Verhältnis von Baukörperhöhe zu -breite abhängig. Der Außendruck in den horizontalen Streifen ist über die jeweilige Streifenhöhe konstant. Als Bezugshöhe für den Geschwindigkeitsdruck ist die Höhe der Oberkante des jeweiligen Streifens anzusetzen. (Abb. 2-5)

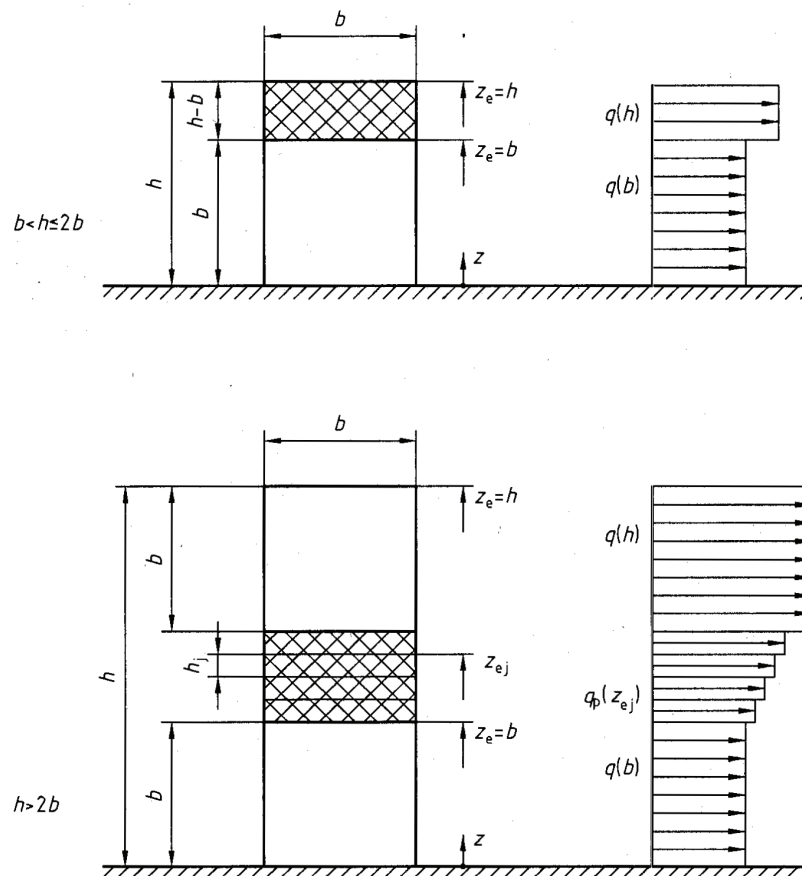


Abb. 2-5 Bezugshöhe z_e in Abhängigkeit von Höhe und Breite
(Auszug) [DIN 1055-4, Bild 3]

2.2.8 Schwingungsanfälligkeit

Im Gegensatz zur alten Norm unterscheidet die neue DIN 1055-4 nicht nur zwischen schwingungsanfälligen und nicht schwingungsanfälligen Konstruktionen, sondern bietet für beide Varianten Möglichkeiten zur Berechnung. Dies war nach der alten Norm nur bei nicht schwingungsanfälligen baulichen Anlagen möglich. Die Kriterien der Schwingungsanfälligkeit sind etwa gleich geblieben, außer dass nach alter DIN 1055-4 Gebäude mit einer Höhe von bis zu 40 m als nicht schwingungsanfällig angenommen werden durften. Jetzt beträgt die maximale Höhe 25 m.

Bei schwingungsanfälligen Bauwerken werden Resonanzüberhöhungen erfasst, indem diese Windkräfte um den Böenreaktionsfaktor G vergrößert werden. Dieser Faktor wird nach Anhang C der DIN 1055-4:2005-03 ermittelt.

2.2.9 Vorübergehende Zustände

Für zeitweilig bestehende Gebäude, sowie für vorübergehende Zustände, z. B. für Bauwerke im Bauzustand, darf die Windlast nach neuer DIN 1055-4 abgemindert werden. Diese Abminderung ist von der Dauer des Zustandes, die zwischen drei Tagen und 24 Monaten liegen muss, sowie von möglichen Sicherungsmaßnahmen im Fall eines Sturmes abhängig. (Tab.2-5) Durch diese neue Überlegung erhöht sich die Wirtschaftlichkeit bei temporär bestehenden Konstruktionen wesentlich.

Dauer des vorübergehenden Zustands	Mit schützenden Sicherungsmaßnahmen ^a	Mit verstärkenden Sicherungsmaßnahmen	Ohne Sicherungsmaßnahmen
bis zu 3 Tagen	$0,1 \times q$	$0,2 \times q$	$0,5 \times q$
bis zu 3 Monaten von Mai bis August	$0,2 \times q$	$0,3 \times q$	$0,5 \times q$
bis zu 12 Monaten	$0,2 \times q$	$0,3 \times q$	$0,6 \times q$
bis zu 24 Monaten	$0,2 \times q$	$0,4 \times q$	$0,7 \times q$

^a Schützende Sicherungsmaßnahmen sind z. B.: Niederlegen von Bauteilen am Boden, Einhausung oder Einschub in Hallen.

Tab. 2-5 Abgeminderter Geschwindigkeitsdruck [DIN 1055-4, Tab. 1]

2.3 Entstehung der Schneelastnorm DIN 1055-5

Die Schneelastnorm DIN 1055-5: 1975-06 war, bis auf die Berichtigung A1: 1994-04 und die Erweiterung der Schneelastzonenkarte für die neuen Bundesländer, seit 1975 unverändert. Auch diese Einwirkungsnorm sollte im Rahmen der europäischen Überarbeitung der Lastennormen modernisiert werden. Aus diesem Grund erschien 1995 die deutsche Ausgabe DIN V ENV 1991-2-3 – „Schneelasten“. Auf dieser Ausgabe des Eurocode 1 basiert die grundlegende Überarbeitung DIN 1055-5: 2005-07 – „Schnee und Eislasten“

2.4 Vergleich der Schneelastnorm DIN 1055-5 alt und neu

2.4.1 Allgemeines

Die Schneelast ist die entscheidende Lastgröße für die Dachkonstruktionen. Wie alle anderen Einwirkungsnormen wurde auch die DIN 1055-5 auf das europäische Sicherheitskonzept mit Teilsicherheitsbeiwerten umgestellt. Aus dieser Berücksichtigung des europäischen Konzepts resultiert auch die Festlegung des charakteristischen Lastwertes auf den 50-Jahres-Schnee gegenüber dem bisher verwendeten 30-Jahres-Schnee.

Bei der Berechnung der Schneelast wird vereinfachend und auf der sicheren Seite liegend mit nassem Schnee, der eine Wichte $\gamma = 2 \text{ kN/m}^3$ hat, gerechnet. Lag nach alter Norm beispielsweise auf einem Flachdach in Greifswald eine Schneelast von $0,75 \text{ kN/m}^2$ mit einer Schneehöhe von 37,5 cm, sind es heute 44 cm bei einer Schneelast von $0,88 \text{ kN/m}^2$. In Neubrandenburg ist die angesetzte Schneehöhe dagegen auf 34 cm gesunken.

2.4.2 Die neue Schneelastzonenkarte

Die Karte der alten Norm von 1975 ging auf eine statistische Auswertung von gemessenen Schneehöhen auf flachen Dächern im Bundesgebiet innerhalb eines 30jährigen Beobachtungszeitraumes zurück. Die neue Schneelastzonenkarte für Deutschland (Abb. 2-6) ist eine praxisgerechte, vereinfachte Darstellung der europäischen Schneelastzonenkarten.

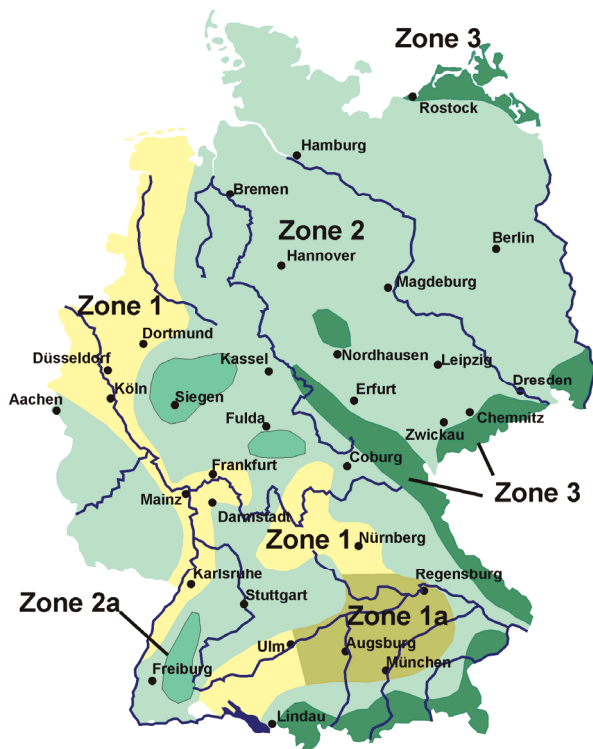


Abb. 2-6 Schneelastzonenkarte [15]

Die angrenzenden Nachbarländer haben durch die Grundlage der europäischen Norm nun Schneelasten in gleicher Höhe wie die zugehörigen deutschen Grenzgebiete.

2.4.3 Schneelastermittlung

Die Schneelast hängt maßgeblich vom Standort des Gebäudes ab. Dieser gibt sowohl Auskunft über die Schneelastzone als auch über die topografische Höhe. In Deutschland steigt die Schneelast etwa parabelförmig mit der Höhenlage an (Abb. 2-7).

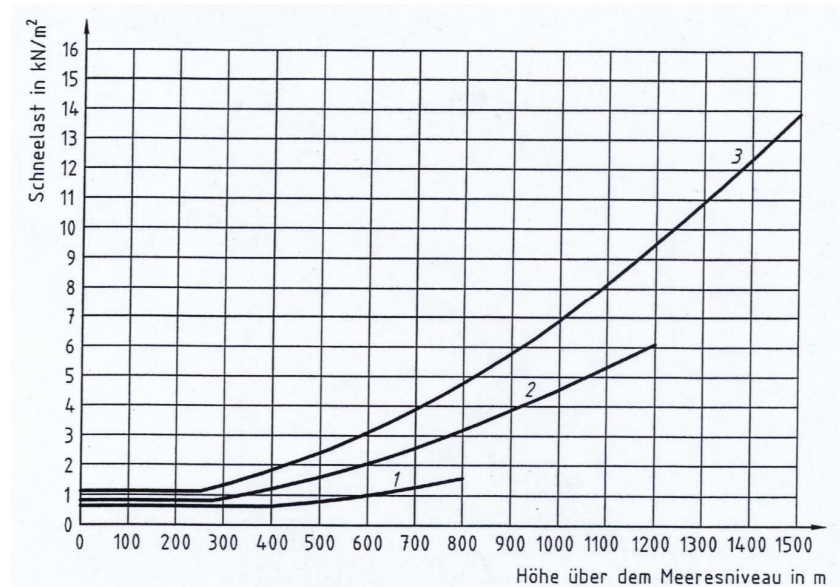


Abb. 2-7 charakteristischer Wert der Schneelast s_k
[DIN 1055-5, Bild 2]

Der charakteristische Wert der Schneelast s_k ist in der neuen Norm auf dem Boden kartiert. Bisher wurde die Regelschneelast s_0 auf einem flachen Dach mit einer Neigung $\alpha \leq 30^\circ$ angenommen. War die Neigung größer wurde mit dem Abminderungswert k_s multipliziert. [DIN 1055-5: 1975-06] Um eine, der Regelschneelast s_0 vergleichbare Last anzusetzen muss s_i ermittelt werden:

$$s_i = \mu_i \times s_k$$

(Gl. 2-4)

Für ein Dach mit der Neigung $\alpha \leq 30^\circ$ ist $\mu_i = 0,8$

[DIN 1055-5: 2005-07, Tabelle 1]

Unter Berücksichtigung der Dachneigung verringern sich die Werte der anzusetzenden Schneelast leicht in großen Bereichen der Zonen 1 und 2. In Zone 3 hingegen erhöht sich die Schneelast im Gegensatz zur alten DIN 1055-5. Dies verdeutlicht auch Tabelle 2-6 an einigen Beispielen.

Ort	Höhe über NN in m	DIN 1055-5 alt		DIN 1055-5 neu	
		SLZ	Schneelast s_0 in kN/m ²	SLZ	Schneelast $s_i; (s_k)$ in kN/m ²
Emden	1	1	0,75	1	0,52 (0,65)
Hamburg	6	3	0,75	2	0,68 (0,85)
Stralsund	13	3	0,75	3	0,88 (1,10)
Neubrandenburg	20	3	0,75	2	0,68 (0,85)
Karlsruhe	115	2	0,75	1	0,52 (0,65)
Saarbrücken	190	1	0,75	2	0,68 (0,85)
Siegen	280	3	0,75	2a	0,85 (1,06)
Gotha (bei Erfurt)	300	3	1,00	3	1,03 (1,29)
Nürnberg	309	2	0,75	1	0,52 (0,65)
Aue (Erzgebirge)	350	3	0,88	3	1,22 (1,52)
Bad Reichenhall	473	3	1,18	3	1,72 (2,20)
München	518	2	0,95	1a	0,87 (1,09)
Garmisch- Partenkirchen	708	3	2,04	3	3,14 (3,93)
Oberwiesenthal (Erzgebirge)	914	3	3,20	3	4,73 (5,91)

**Tab. 2-6 Schneelasten auf einem Flachdach, nach Höhe über NN geordnet
(Klammerwerte stehen für Schneelasten auf dem Boden)**

Das Deutsche Institut für Bautechnik hat auch hier für die standortabhängige Zuordnung eine Excel-Tabelle mit den aktuellen Schneelastzonen veröffentlicht. [9]

Die neue Schneelastnorm gilt in der Regel nicht für Orte die höher als 1500 m über Normal Null (NN) liegen. Für diese müssen in jedem Einzelfall von der zuständigen Behörde entsprechende Rechenwerte festgelegt werden. Zusätzlich zur klimatisch bedingten Schneelast als gleichmäßig verteilte Flächenlast sind in Abhängigkeit von der Dachgeometrie mögliche Schneeanhäufungen bei gereihten Satteldächern und Sheddächern zu berücksichtigen. Außerdem sind bei der neuen Normfassung Höhengsprünge an Dächern, Verwehungen an Wänden und Aufbauten, Schneeüberhänge an Traufen sowie Schneelasten auf Schneefanggittern zu beachten. Die hierzu erforderlichen Rechenansätze sind in der DIN 1055-5 Teil 4 enthalten.

2.4.4 Das Norddeutsche Tiefland

Für Regionen im Norddeutschen Tiefland gilt bei der Schneelastermittlung eine Sonderregelung. Für Bereiche südlich des 52. bzw. 52,5. Breitengrades (Abb. 2-8) ist die Schneelast wie gewohnt zu ermitteln. Liegt der Ort nördlich der blauen Linie muss die Schneelast in einer außergewöhnlichen Kombination nach DIN 1055-100 berücksichtigt werden.

$$s_i = 2,3 \times \mu_i \times s_k \quad \text{(Gl. 2-6)}$$

Ständige und veränderliche Lasten dürfen hierbei mit dem Sicherheitsbeiwert 1,0 angesetzt werden. Die rote Linie trennt die, von dieser Ausnahmeregelung betroffenen Bundesländer von den nicht betroffenen.

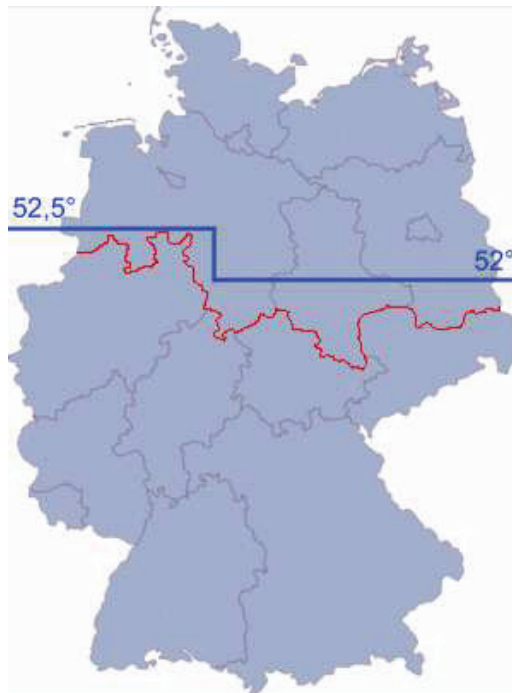


Abb. 2-8 Rechnerische Grenze des norddeutschen Tieflandes [16]

Innerhalb der Länder orientiert sich die Zuordnung an den Landkreisen, für Sachsen-Anhalt sogar an den Gemeinden. Die genaue Einteilung ist in den bereits erwähnten Tabellen des Deutschen Instituts für Bautechnik zu finden. [9]

Grund für diese außergewöhnliche Lastkombination ist unter anderem der schwere Winter 1978/79. „Der Norden Deutschlands wurde von einer Kältewelle heimgesucht. Temperaturen von unter -25°C forderten Menschenleben, Schneeverwehungen mit bis zu 4m Höhe erschwerten den Einsatz der Rettungskräfte. Die Region wurde zum Katastrophengebiet erklärt. Der charakteristische Wert der Schneelast s_k nach DIN 1055-5 wird für die 98%-Fraktile der Jahreshöchstwerte angegeben [...], d.h. ein solcher Fall tritt statistisch gesehen einmal in 50 Jahren auf. Die Angabe höherer Werte für s_k entspräche nicht den Messungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Um eine wirtschaftliche Bauweise zu ermöglichen und die Standsicherheit zu gewährleisten, ist die besondere Lage der Region zu berücksichtigen. Dem Chaos von 1978 wird durch die 2,3-fache Belastung Rechnung getragen.“ [16, Seite2]

2.4.5 Eislasten

Auch in Bezug auf die Eislastermittlung werden in der neuen DIN 1055-5 detailliertere Angaben gemacht als bisher. Bei filigranen Bauteilen entstehen aus Eislasten teilweise höhere Einwirkungen als aus Schnee. Und aus der Annahme charakteristischer Eislasten mit Hilfe der Eiszonenkarte (Abb. 2-9) entstehen vergrößerte Windangriffsflächen. Jedoch ist die Eislastenberechnung im Anhang A der DIN 1055-5 geregelt und deshalb nur informativ.

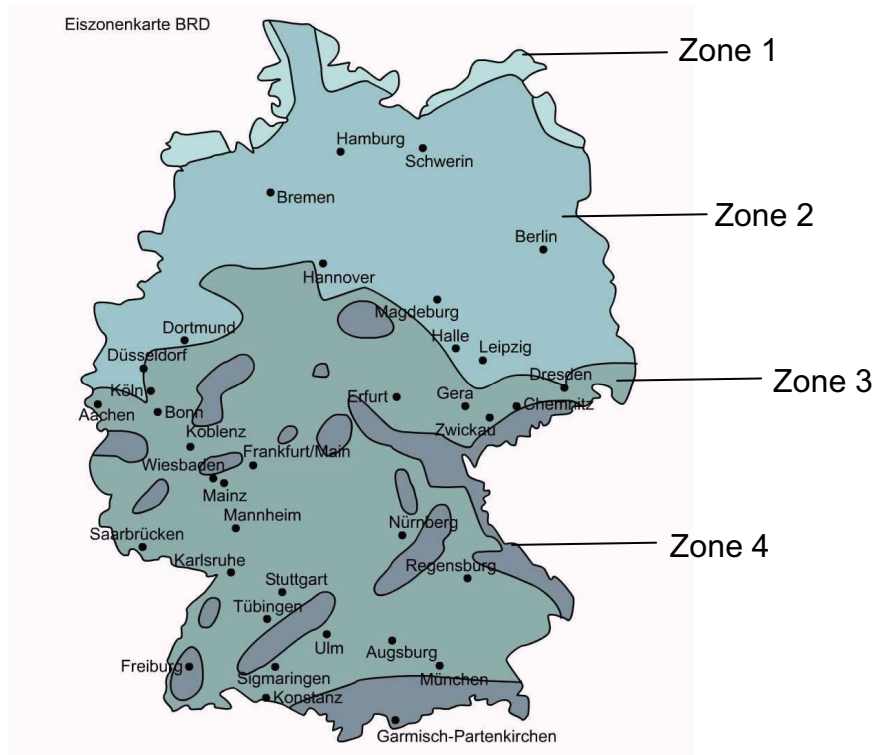


Abb. 2-9 Eiszonenkarte [17]

3 Rechnerischer Vergleich von DIN 1055 alt und neu

3.1 Vorbemerkungen zur Halle

Bei dem betrachteten Bauwerk handelt es sich um eine Herkules-Stahlhalle. Das System beruht auf den Entwürfen der Hallen- und Anlagenbau GmbH Wusterhusen, mit Sitz in der Greifswalder Straße in 17509 Wusterhusen, sowie dem Ingenieurbüro Brands, mit Sitz im Wilsener Weg 6 in 18198 Kritzmow, welches sich für die bisherigen statischen Berechnungen (vgl. Anlage A.1) verantwortlich zeichnet.

Bei dem Bauwerk handelt es sich, abweichend von der Originalstatik, ausschließlich um eine Warmhalle mit 17,60 m Breite, 25,60 m Länge, einem Querscheibenabstand von 6,40 m, einer Dachneigung von 10 % und einer Traufhöhe von 5,64 m.

Die Dacheindeckung besteht aus Thyssen-Thermodachelementen (TL 75-n), welche auf Z-Pfetten (ZETA 200) aufliegen. Die Außenwände werden aus Thyssen-Thermowandelementen (LL 40), welche durch Wandriegel aus C-Profilen gehalten werden, erstellt.

Das statische Hauptsystem der Halle wird aus drei Hauptrahmen, welche als Zweigelenrahmen ausgeführt werden, gebildet. Als Stützenquerschnitt wird ein IPE 450 verwendet, als Riegelquerschnitt dient ein IPE 330. Vereinfachend wird das System ohne Vouten in den Rahmenecken berechnet.

Die Giebelkonstruktion besteht aus HEA 160 Profilen als Eckstützen und IPE 180 Profilen als Mittelstützen. Die Eck- und Mittelstützen werden als Pendelstützen ausgeführt. Als Riegel dient ein HEA 140, welcher gelenkig gelagert als Dreifeldträger mit biegesteifem Firstpunkt ausgeführt wird.

Die Stabilisierung des Bauwerks wird über Verbände sowie über zug- und druckfest anzuschließende Druckrohre organisiert. Die Wand- und Dachverbände werden als druckschlaffe Verbände aus Rundstahl mit einer Dicke von 16 bis 20 mm gefertigt.

Alle Querschnitte bestehen aus dem Material S235 JR.

3.2 Statisches System

Abmessungen	17,60 m x 26,00 m x 6,52 m (B x L x H)
Dachneigung	5°
Rahmenabstand	6,40 m

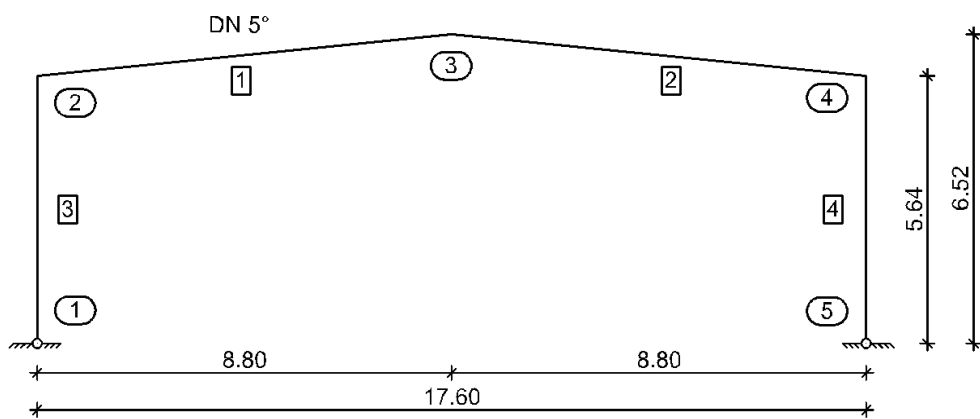


Abb. 3-1 Statisches System

3.3 Ständige Lasten

Eigenlast – Rahmenstiel (IPE450) $g_E = 0,78 \text{ kN/m}$

Eigenlast – Rahmenriegel (IPE330) $g_E = 0,49 \text{ kN/m}$

Eigenlast – Dach (TL 75-n)

$$g_{Da} = 1,14 \times 0,10 \text{ kN/m}^2 \times 6,40 \text{ m} \quad g_{Da} = 0,73 \text{ kN/m}$$

Eigenlast – Pfetten (ZETA 200-20)

$$g_{Pf} = 1,14 \times (0,06 / 2,25) \times 6,40 \text{ m} \quad g_{Pf} = 0,19 \text{ kN/m}$$

Summe der Lasten auf dem Riegel

$$g = 0,49 + 0,73 + 0,19 \quad \underline{g = 1,41 \text{ kN/m}}$$

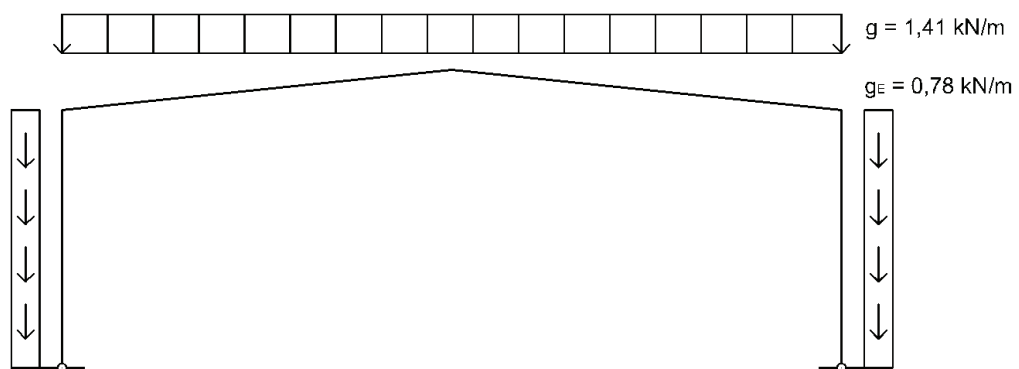


Abb. 3-2 Ständige Lasten

DIN 1055 alt**3.4 Schneelast****3.4.1 Schneelast nach DIN 1055-5 alt**

Wusterhusen	Schneelastzone III
Geländehöhe über NN	$\leq 200 \text{ m}$
Schneelast (charakteristischer Wert)	$s_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$
Schneelast	
$s = 1,14 \times 0,75 \text{ kN/m}^2 \times 6,40 \text{ m}$	<u>$s = 5,47 \text{ kN/m}$</u>

DIN 1055 neu**3.4.2 Schneelast nach DIN 1055-5 neu**

Wusterhusen	Schneelastzone III
Geländehöhe über Meeresniveau	$\leq 255 \text{ m}$
Schneelast (charakteristischer Wert)	$s_k = 1,10 \text{ kN/m}^2$
Dachneigung	$\alpha = 5^\circ$
Formbeiwert für geneigte Dächer	$\mu = 0,8$

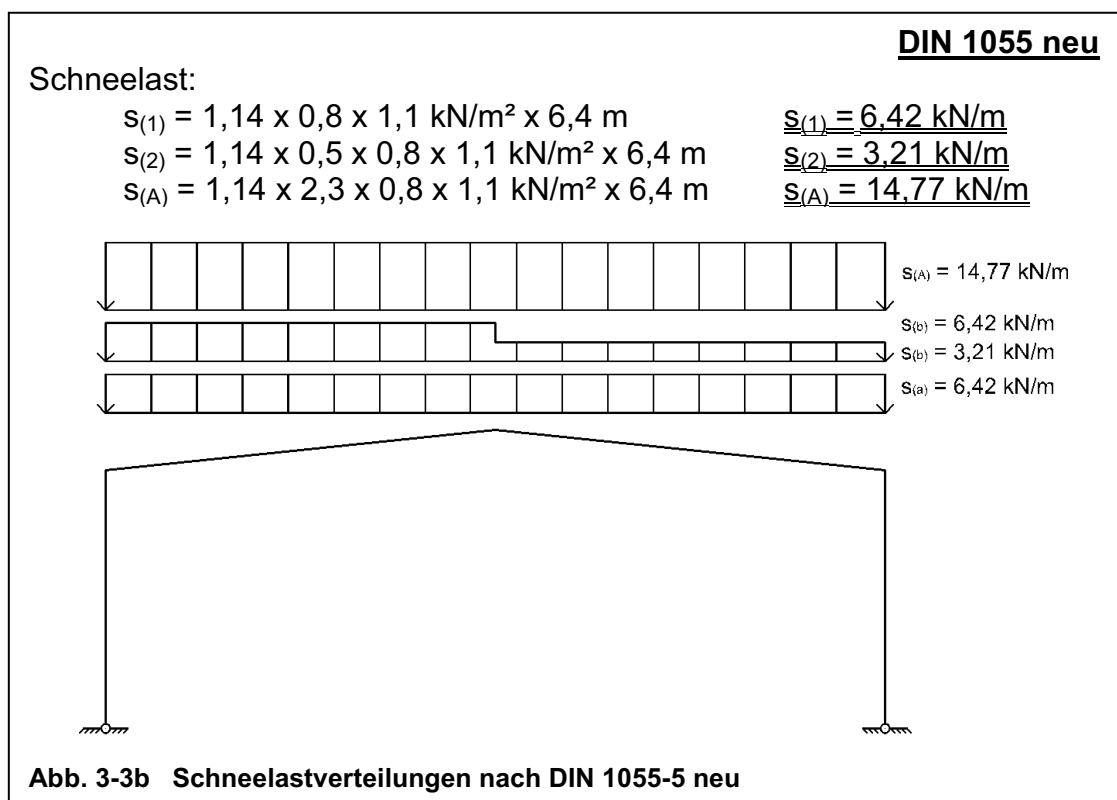
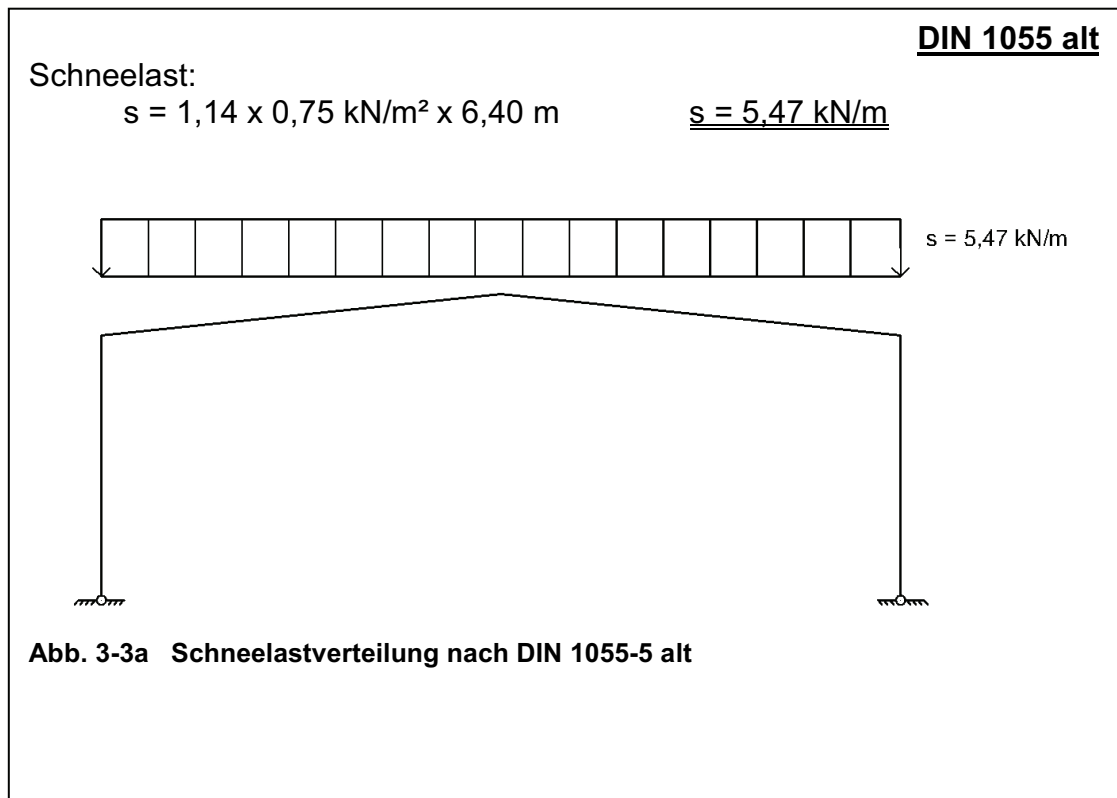
Bei der Schneelast muss zwischen 3 Lastfällen unterschieden werden:

LF(S1) – gleichmäßig verteilte Schneelast über das gesamte Dach

LF(S1) – einseitig verminderte Schneelast

LF(SA) – außergewöhnliches Schneereignis

(Norddeutsche Tiefebene)



DIN 1055 alt**3.5 Windlasten****3.5.1 Windlasten nach DIN 1055-4 alt**

Gebäudehöhe	$\leq 8 \text{ m}$
Windgeschwindigkeit	$v = 28,3 \text{ m/s}$
Staudruck	$q = 0,5 \text{ kN/m}^2$
Beiwerte für geneigte Flächen $\alpha < 25^\circ$	$c_p = -0,6$
$\alpha \geq 50^\circ$	$c_p = 0,8$
$\alpha = 90^\circ$ (Sog)	$c_p = -0,5$
Windsog auf Dach:	
$w_{SDa} = 1,14 \times (-0,6) \times 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 6,4 \text{ m}$	<u>$w_{SDa} = -2,19 \text{ kN/m}$</u>
Wind auf Rahmenstiele:	
$w_D = 0,8 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 6,4 \text{ m}$	<u>$w_D = 2,56 \text{ kN/m}$</u>
$w_S = (-0,5) \times 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 6,4 \text{ m}$	<u>$w_S = -1,60 \text{ kN/m}$</u>

DIN 1055 neu**3.5.2 Windlasten nach DIN 1055-4 neu**

Wusterhusen	Windzone 2 (Küste)
Gebäudehöhe	$h \leq 10 \text{ m}$
Windgeschwindigkeit	$v = 25 \text{ m/s}$
Geschwindigkeitsdruck	$q = 0,85 \text{ kN/m}^2$
Bei der Windlast muss zwischen 2 Lastfällen unterschieden werden:	
LF(W1) – Wind senkrecht zur Traufe	
LF(W2) – Wind senkrecht zum Giebel	

DIN 1055 neuGeometrische Beiwerte

Wind senkrecht zur Traufe:

Beiwert e $e = b = 26 \text{ m}$
 $e = 2 \times h = 2 \times 6,52 \text{ m} = 13,0 \text{ m}$
Der kleinere Wert ist maßgebend!

Verhältnis h/d $h/d = 6,52 \text{ m} / 17,6 \text{ m} = 0,37$
 $h/d = 1$ (auf der sicheren Seite liegend)

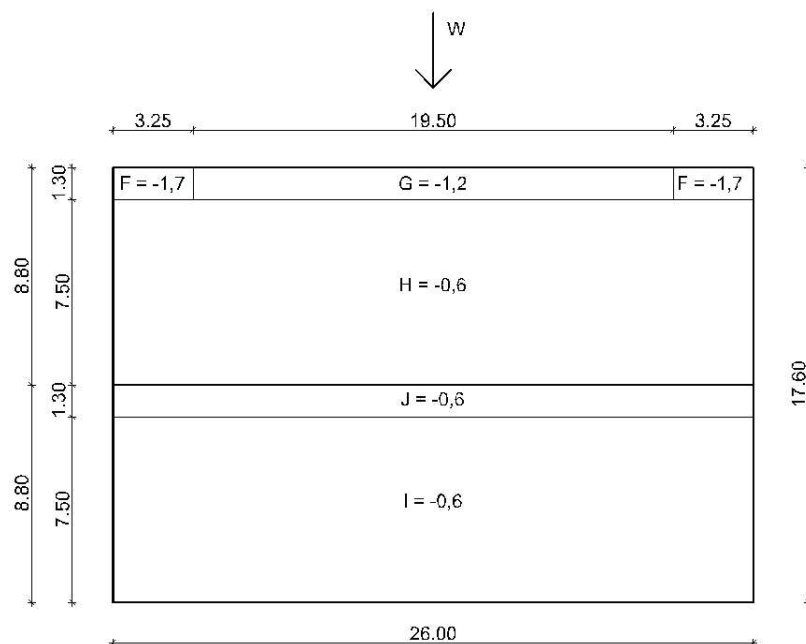
Wind senkrecht zum Giebel:

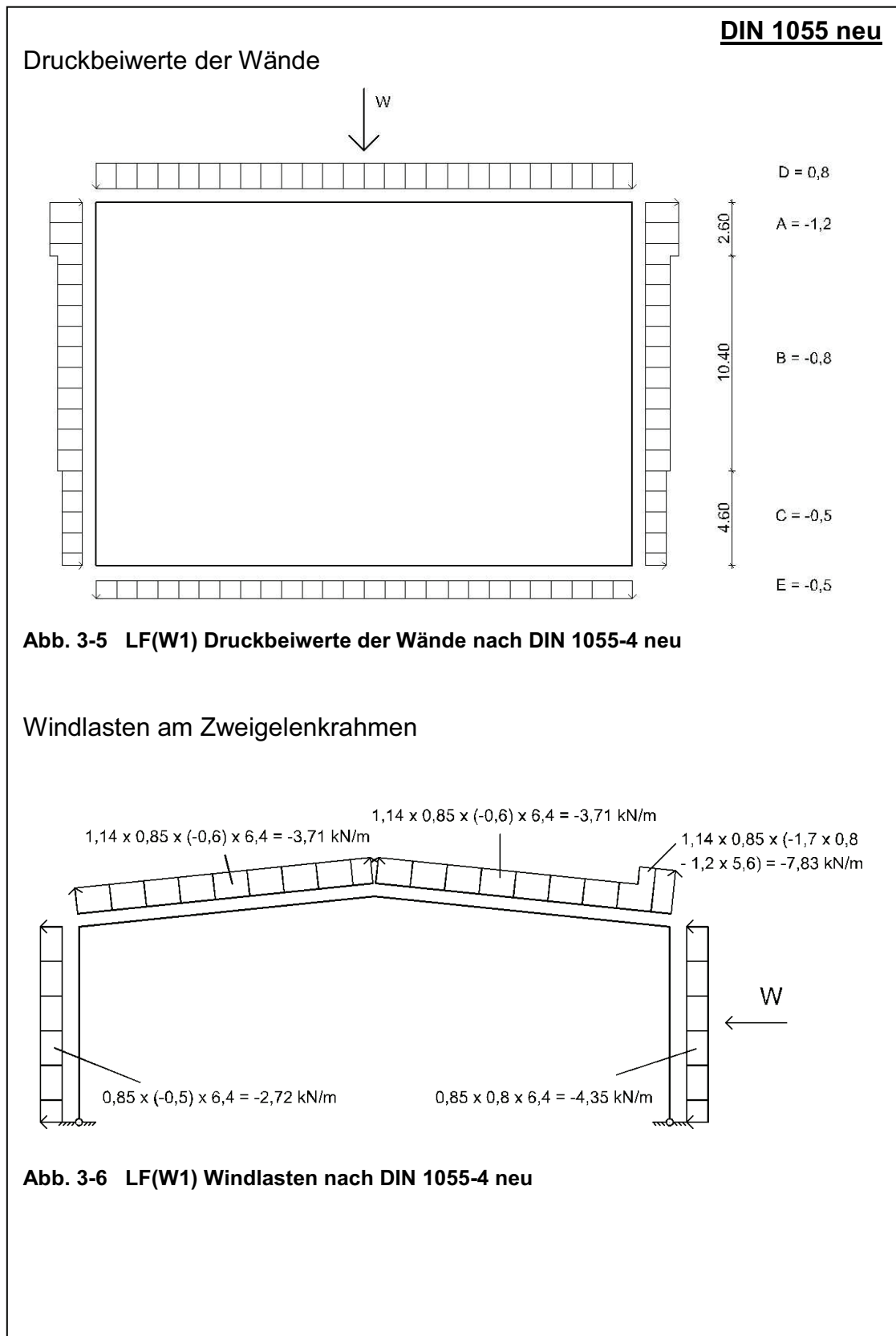
Beiwert e $e = b = 17,6 \text{ m}$
 $e = 2 \times h = 2 \times 6,52 \text{ m} = 13,0 \text{ m}$
Der kleine Wert ist maßgebend!

Verhältnis h/d $h/d = 6,52 \text{ m} / 26,0 \text{ m} = 0,25$

LF(W1) – Wind senkrecht zur Traufe

Druckbeiwerte der Dachfläche

**Abb. 3-4 LF(W1) Druckbeiwerte des Daches nach DIN 1055-4 neu**



DIN 1055 neu

LF(W2) – Wind senkrecht zur Traufe

Druckbeiwerte der Dachfläche

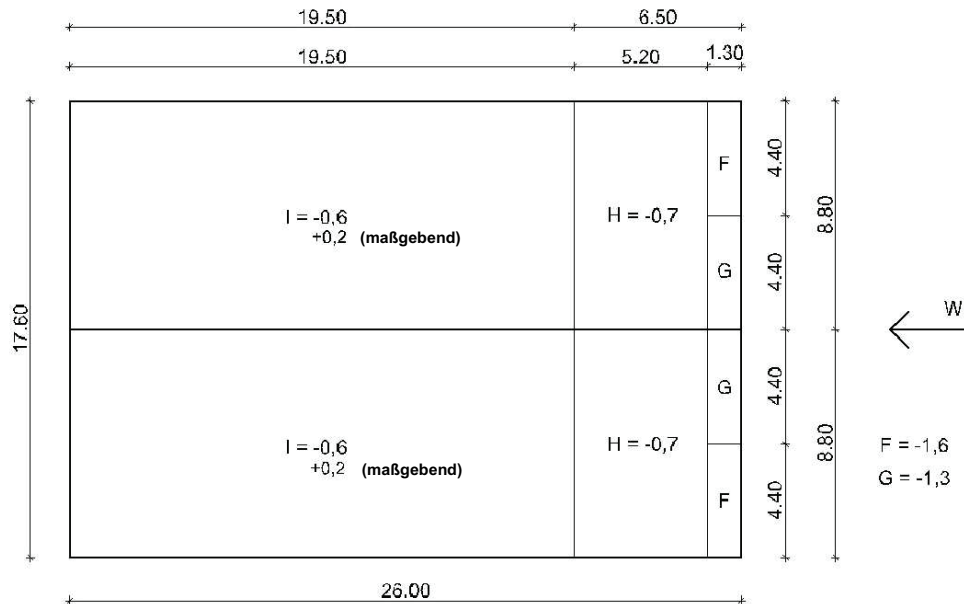


Abb. 3-7 LF(W2) Druckbeiwerte des Daches nach DIN 1055-4 neu

Druckbeiwerte der Wände

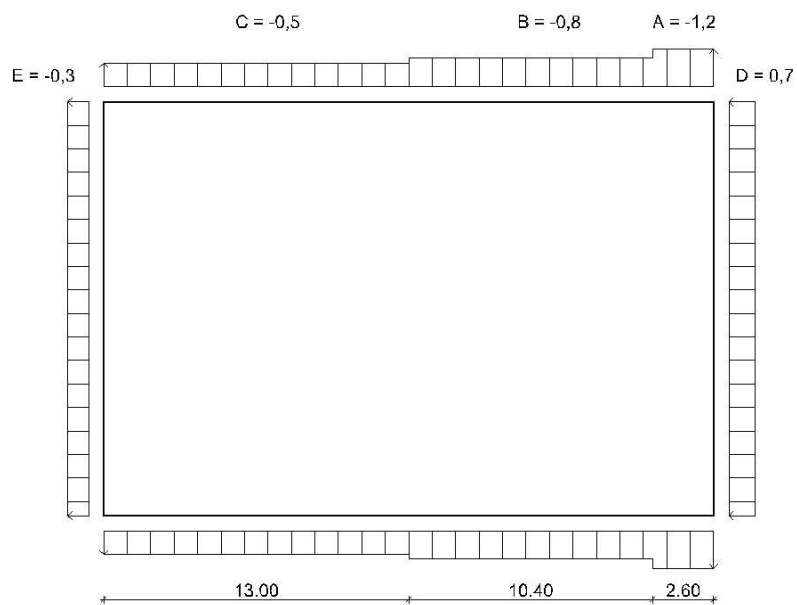
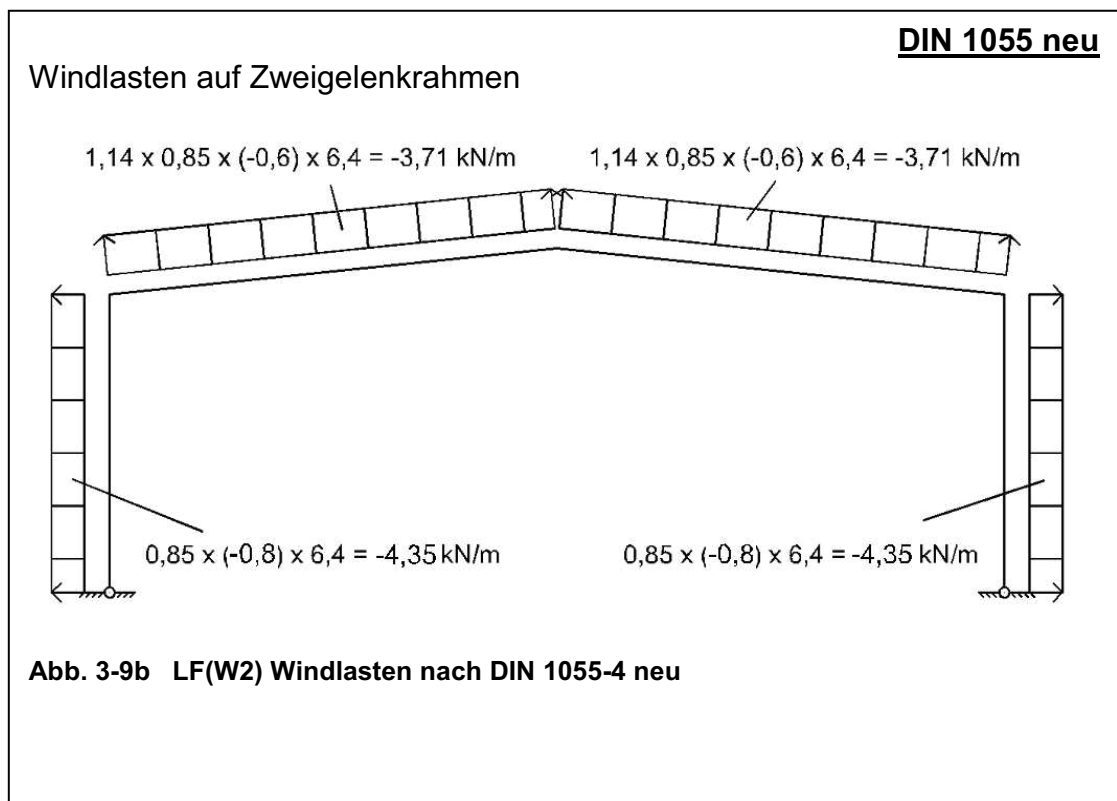
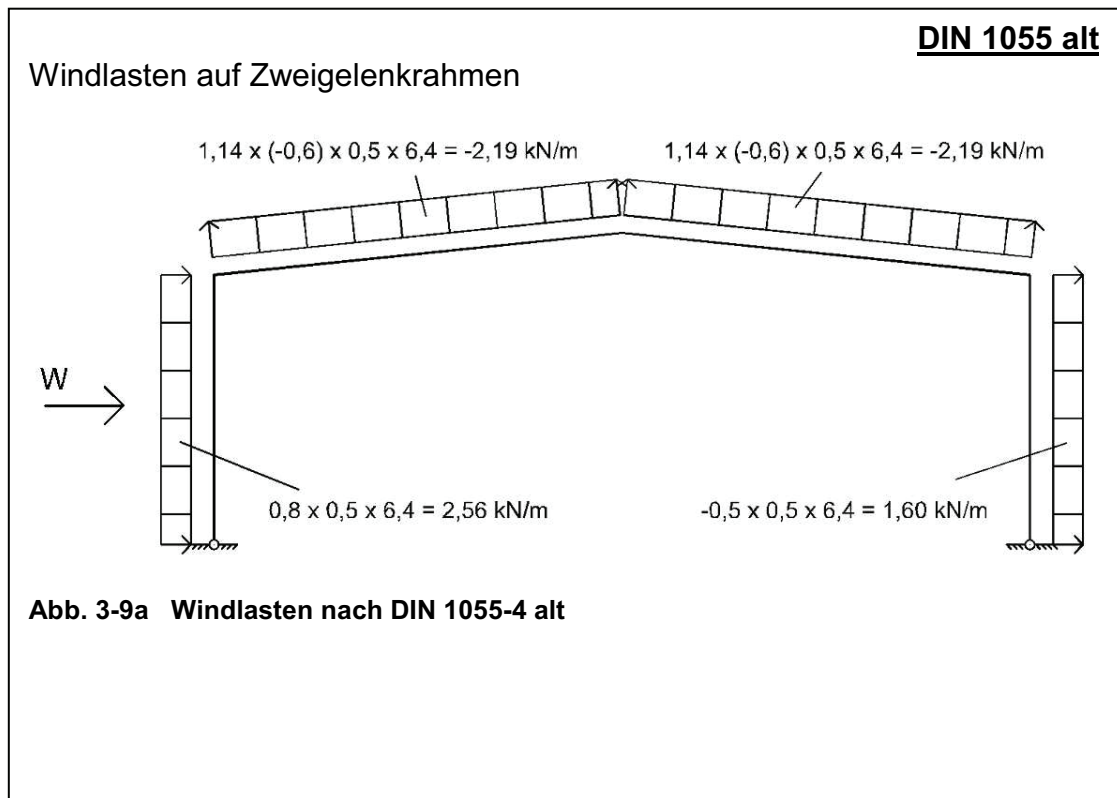


Abb. 3-8 LF(W2) Druckbeiwerte der Wände nach DIN 1055-4 neu



DIN 1055 alt**3.6 Übersicht Lastfälle****3.6.1 Übersicht Lastfälle nach DIN 1055 alt**

g	Ständige Last (Eigenlast)
s	Schneelast
w	Wind auf Rahmenstiele
w_{SDa}	Windsog auf Dach

DIN 1055 neu**3.6.2 Übersicht Lastfälle nach DIN 1055 neu**

g	Ständige Last (Eigenlast)
LF(S1)	gleichmäßig verteilte Schneelast über das gesamte Dach
LF(S2)	einseitig verminderte Schneelast
LF(SA)	außergewöhnliches Schneereignis (Norddeutsche Tiefebene)
LF(W1)	Wind senkrecht zur Traufe
LF(W2)	Wind senkrecht zum Giebel

DIN 1055 alt**3.7 Lastfallkombinationen****3.7.1 Lastfallkombinationen nach DIN 1055 alt / DIN 18800**

$$\begin{aligned} \text{LG1} &= 1,35 \times g + 1,5 \times s \\ \text{LG2} &= 1,35 \times g + 1,5 \times (s + w/2) \\ \text{LG3} &= 1,35 \times g + 1,5 \times (w + s/2) \\ \text{LG4} &= 1,35 \times g + 0,9 \times 1,5 \times (s + w) \\ \text{LG5} &= 1,00 \times g + 1,5 \times (w_{\text{SDa}} + w) \end{aligned}$$

DIN 1055 neu**3.7.2 Lastfallkombinationen nach DIN 1055 neu**

$\text{LG1} = 1,35 \times g + 1,5 \times \text{LF}(\text{S1})$	}	kein
$\text{LG2} = 1,35 \times g + 1,5 \times \text{LF}(\text{S2})$		Wind
$\text{LG3} = 1,35 \times g + 1,5 \times [\text{LF}(\text{W1}) + 0,5 \times \text{LF}(\text{S1})]$	}	Wind vorherrschend
$\text{LG4} = 1,35 \times g + 1,5 \times [\text{LF}(\text{W1}) + 0,5 \times \text{LF}(\text{S2})]$		
$\text{LG5} = 1,35 \times g + 1,5 \times [\text{LF}(\text{W2}) + 0,5 \times \text{LF}(\text{S1})]$		
$\text{LG6} = 1,35 \times g + 1,5 \times [\text{LF}(\text{W2}) + 0,5 \times \text{LF}(\text{S2})]$		
$\text{LG7} = 1,35 \times g + 1,5 \times [\text{LF}(\text{S1}) + 0,6 \times \text{LF}(\text{W1})]$	}	Schnee vorherrschend
$\text{LG8} = 1,35 \times g + 1,5 \times [\text{LF}(\text{S1}) + 0,6 \times \text{LF}(\text{W2})]$		
$\text{LG9} = 1,35 \times g + 1,5 \times [\text{LF}(\text{S2}) + 0,6 \times \text{LF}(\text{W1})]$		
$\text{LG10} = 1,35 \times g + 1,5 \times [\text{LF}(\text{S2}) + 0,6 \times \text{LF}(\text{W2})]$		
$\text{LG11} = 1,00 \times g + \text{LF}(\text{SA}) + 0,5 \times \text{LF}(\text{W1})$	}	außergewöhnliche Lastkombination
$\text{LG12} = 1,00 \times g + \text{LF}(\text{SA}) + 0,5 \times \text{LF}(\text{W2})$		

DIN 1055 alt

3.8 Übersicht Schnittlasten

3.8.1 Schnittlasten DIN 1055 alt

Zur Vereinfachung werden nur die Schnittlasten an den Knoten betrachtet

Stab1 – Knoten2

LG Nr.	Q (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	84.44	-49.63	-231.15
2	81.53	-50.31	-206.02
3	44.37	-30.84	-87.08
4	72.36	-46.82	-167.16
5	-21.46	7.86	93.13

Stab1 – Knoten3

LG Nr.	Q (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	-4.08	-40.78	124.19
2	-6.98	-41.45	123.66
3	-8.23	-25.58	72.73
4	-8.97	-38.68	113.15
5	-5.05	6.22	-24.09

DIN 1055 neu

3.8.2 Schnittlasten DIN 1055 neu

Zur Vereinfachung werden nur die Schnittlasten an den Knoten betrachtet

Stab1 – Knoten2

LG Nr.	Q (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	96.34	-56.63	-263.73
2	86.77	-45.86	-208.68
3	18.58	-9.42	-107.36
4	13.79	-4.04	-79.83
5	73.39	-24.82	-201.87
6	68.60	-19.43	-174.35
7	73.81	-42.49	-235.97
8	106.70	-51.73	-292.68
9	64.24	-31.72	-180.92
10	97.13	-40.96	-237.63
11	122.64	-71.59	-354.56
12	140.91	-76.72	-386.06

Stab1 – Knoten3

LG Nr.	Q (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	-4.65	-46.53	141.69
2	-14.22	-35.76	112.12
3	8.47	-8.41	12.26
4	3.69	-3.03	-2.53
5	-1.73	-17.31	114.98
6	-6.52	-11.92	100.19
7	2.06	-35.32	99.53
8	-4.07	-40.65	161.16
9	-7.51	-24.55	69.95
10	-13.64	-29.88	131.58
11	-2.80	-59.04	175.35
12	-6.20	-62.01	209.59

DIN 1055 alt**Stab2 – Knoten3**

LG Nr.	Q (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	4.08	-40.78	124.19
2	1.37	-42.02	123.66
3	-3.00	-26.70	72.73
4	-1.13	-39.69	113.16
5	-6.18	5.09	-24.09

Stab2 – Knoten4

LG Nr.	Q (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	-84.44	-49.63	-231.16
2	-87.15	-50.87	-255.65
3	-55.59	-31.96	-186.34
4	-82.46	-47.83	-256.49
5	10.24	6.74	-6.12

DIN 1055 neu**Stab2 – Knoten3**

LG Nr.	Q (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	4.65	-46.53	141.69
2	-6.86	-37.87	112.12
3	9.97	-6.57	12.26
4	4.22	-2.24	-2.53
5	1.73	-17.31	114.98
6	-4.03	-12.98	100.19
7	9.01	-34.21	99.53
8	4.07	-40.65	161.16
9	-2.50	-25.55	69.95
10	-7.45	-31.99	131.58
11	8.95	-58.43	175.35
12	6.20	-62.01	209.59

Stab2 – Knoten4

LG Nr.	Q (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	-96.34	-56.63	-263.74
2	-65.69	-43.75	-208.69
3	7.58	-6.81	61.31
4	22.91	-0.37	88.84
5	-73.39	-24.82	-201.88
6	-58.06	-18.38	-174.35
7	-58.12	-40.92	-134.77
8	-106.70	-51.73	-292.69
9	-27.47	-28.05	-79.72
10	-76.05	-38.85	-237.64
11	-113.92	-70.72	-298.35
12	-140.91	-76.72	-386.08

DIN 1055 alt**Stab3 – Knoten1**

LG Nr.	Q (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	-40.98	-90.01	0.00
2	-31.11	-87.19	0.00
3	-4.61	-48.27	0.00
4	-19.89	-77.71	0.00
5	27.34	21.36	0.00

Stab3 – Knoten2

LG Nr.	Q (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	-40.98	-90.01	-231.15
2	-41.94	-87.19	-206.02
3	-26.27	-48.27	-87.08
4	-39.38	-77.71	-167.16
5	5.68	21.36	93.13

DIN 1055 neu**Stab3 – Knoten1**

LG Nr.	Q (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	-46.76	-102.54	0.00
2	-37.00	-91.95	0.00
3	-30.54	-20.47	0.00
4	-25.66	-15.17	0.00
5	-54.19	-76.54	0.00
6	-49.31	-71.24	0.00
7	-48.74	-78.72	0.00
8	-62.93	-112.36	0.00
9	-38.98	-68.13	0.00
10	-53.17	-101.77	0.00
11	-66.70	-129.93	0.00
12	-74.58	-148.62	0.00

Stab3 – Knoten2

LG Nr.	Q (kN)	N (kN)	M (kNm)
1	-46.76	-102.54	-263.73
2	-37.00	-91.95	-208.68
3	-7.53	-20.47	-107.36
4	-2.65	-15.17	-79.83
5	-17.39	-76.54	-201.87
6	-12.51	-71.24	-174.35
7	-34.94	-78.72	-235.97
8	-40.85	-112.36	-292.68
9	-25.17	-68.13	-180.92
10	-31.09	-101.77	-237.63
11	-59.03	-129.93	-354.56
12	-62.32	-148.62	-386.06

<u>DIN 1055 alt</u>			
<u>Stab4 – Knoten4</u>			
LG	Q	N	M
Nr.	(kN)	(kN)	(kNm)
1	40.98	-90.01	-231.15
2	41.94	-92.83	-255.64
3	26.27	-59.54	-186.33
4	39.38	-87.86	-256.48
5	-5.68	10.08	-6.12

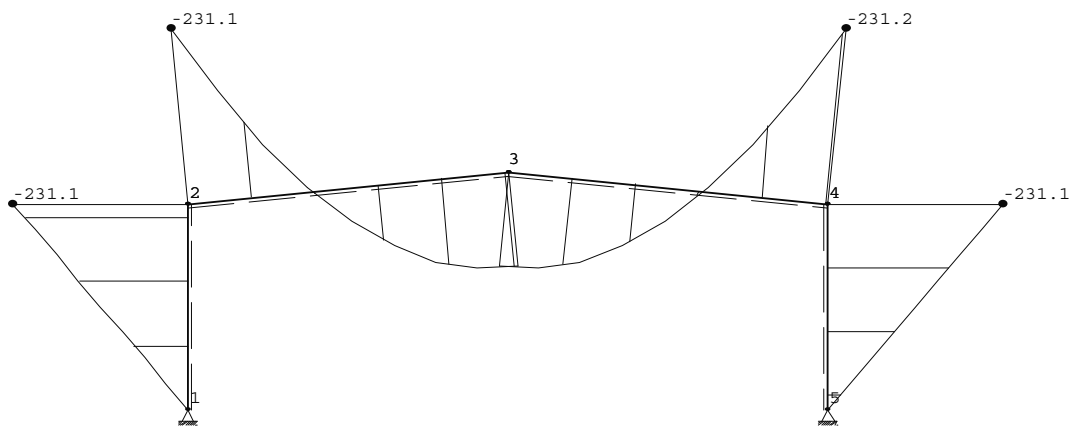
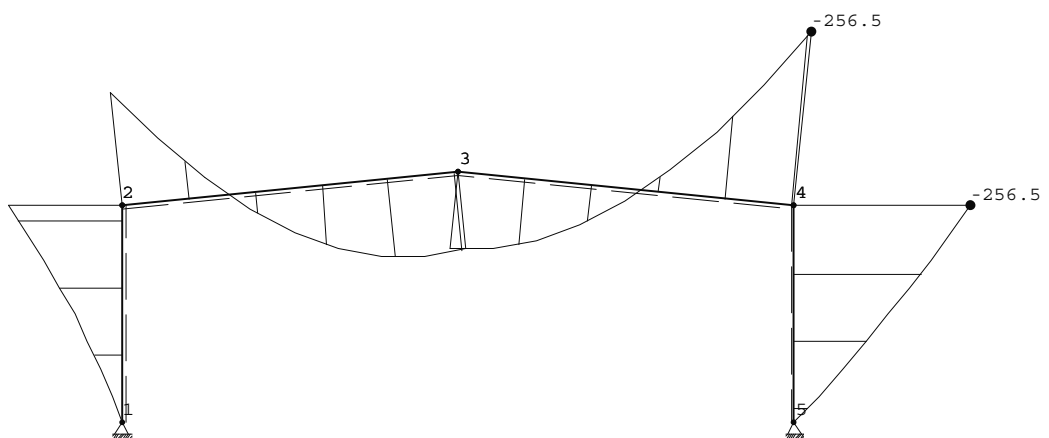
<u>Stab4 – Knoten5</u>			
LG	Q	N	M
Nr.	(kN)	(kN)	(kNm)
1	40.98	-90.01	0.00
2	48.71	-92.83	0.00
3	39.81	-59.54	0.00
4	51.57	-87.86	0.00
5	7.85	10.08	0.00

<u>DIN 1055 neu</u>			
<u>Stab4 – Knoten4</u>			
LG	Q	N	M
Nr.	(kN)	(kN)	(kNm)
1	46.76	-102.54	-263.73
2	37.00	-70.76	-208.68
3	7.53	5.82	61.31
4	2.65	21.71	88.84
5	17.39	-76.54	-201.87
6	12.51	-60.65	-174.35
7	34.94	-62.95	-134.77
8	40.85	-112.36	-292.68
9	25.17	-31.17	-79.71
10	31.09	-80.58	-237.63
11	59.03	-121.16	-298.33
12	62.32	-148.62	-386.06

<u>Stab4 – Knoten5</u>			
LG	Q	N	M
Nr.	(kN)	(kN)	(kNm)
1	46.76	-102.54	0.00
2	37.00	-70.76	0.00
3	-29.27	5.82	0.00
4	-34.15	21.71	0.00
5	54.19	-76.54	0.00
6	49.31	-60.65	0.00
7	12.85	-62.95	0.00
8	62.93	-112.36	0.00
9	3.09	-31.17	0.00
10	53.17	-80.58	0.00
11	46.76	-121.16	0.00
12	74.58	-148.62	0.00

DIN 1055 alt**3.9 Schnittkraftbilder****3.9.1 Schnittkraftbilder nach DIN 1055 alt**

Zur Vereinfachung werden nur die maßgebenden Momentenbilder betrachtet.

Lastkombination LG1**Abb. 3-10 Momentenbild LG1 nach DIN 1055 alt****Lastkombination LG4****Abb. 3-11 Momentenbild LG4 nach DIN 1055 alt**

DIN 1055 neu

3.9.2 Schnittkraftbilder nach DIN 1055 neu

Zur Vereinfachung werden nur die maßgebenden Momentenbilder betrachtet.

Lastkombination LG11

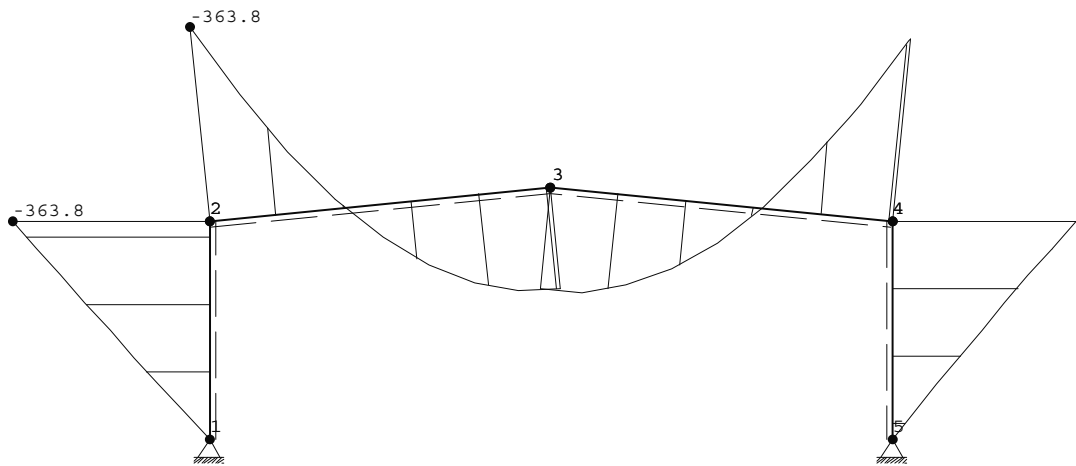


Abb. 3-12 Momentenbild LG11 nach DIN 1055 neu

Lastkombination LG12

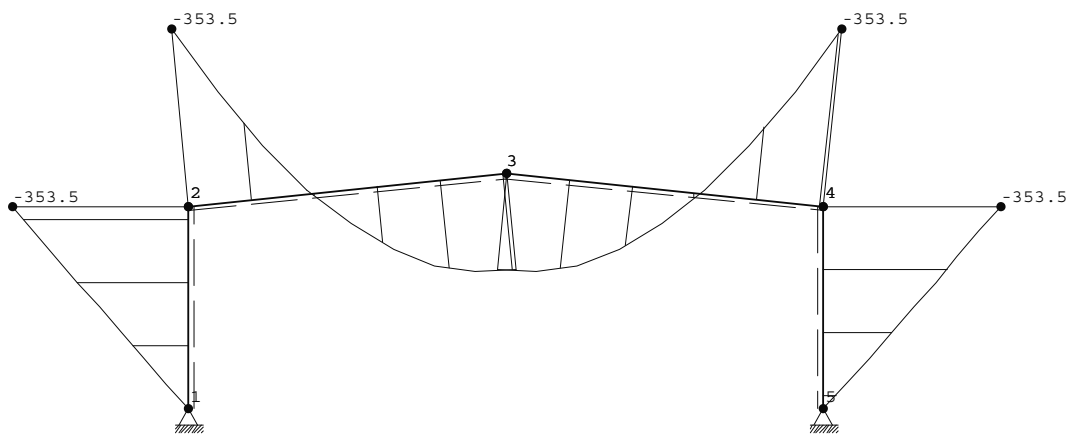


Abb. 3-13 Momentenbild LG12 nach DIN 1055 neu

DIN 1055 neu**3.10 Tragsicherheitsnachweise**

Die Tragsicherheitsnachweise werden mit den Interaktionsbedingungen
DIN 18800-1 Tabelle 16 geführt:

$$N / N_{pl,d} \leq 0,10$$

$$V / V_{pl,z,d} \leq 0,33$$

$$M / M_{pl,y,d} \leq 1,00$$

Die dafür benötigten Grenzschnittgrößen werden aus [18, Tabelle 8.22;
8.23; 8.24] entnommen:

IPE 330, S 235

$$N_{pl,d} = 1370 \text{ kN}$$
$$V_{pl,z,d} = 301 \text{ kN}$$
$$M_{pl,y,d} = 177 \text{ kNm}$$

IPE 450, S 235

$$N_{pl,d} = 2160 \text{ kN}$$
$$V_{pl,z,d} = 516 \text{ kN}$$
$$M_{pl,y,d} = 373 \text{ kNm}$$

Beispielhaft werden für folgende Positionen die Nachweise geführt:

Stab 1 – Knoten 3

$$N / N_{pl,d} = 62,01 / 1370 = 0,045 < 0,10$$

$$V / V_{pl,z,d} = 14,22 / 301 = 0,047 < 0,33$$

$$M / M_{pl,y,d} = 209,59 / 177 = 1,184 > 1,00 \quad \underline{\text{Nachweis nicht erfüllt!}}$$

Stab 3 – Knoten 2

$$N / N_{pl,d} = 148,62 / 2160 = 0,069 < 0,10$$

$$V / V_{pl,z,d} = 62,32 / 516 = 0,121 < 0,33$$

$$M / M_{pl,y,d} = 386,06 / 373 = 1,035 > 1,00 \quad \underline{\text{Nachweis nicht erfüllt!}}$$

DIN 1055 neu**3.11 Profilwahl**

Da der Tragsicherheitsnachweis mit den Lastannahmen nach DIN 1055 neu nicht erfüllt ist müssen andere Profile für den Rahmen gewählt werden.

Bisherige Profile: IPE 330 (Riegel) $I_{y,R} = 11440 \text{ cm}^4$
IPE 450 (Stiel) $I_{y,S} = 33740 \text{ cm}^4$
 $I_{y,R} / I_{y,S} = 0,349$

Neue Profile: IPE 360 (Riegel) $I_{y,R} = 16270 \text{ cm}^4$
IPE 500 (Stiel) $I_{y,S} = 48200 \text{ cm}^4$
 $I_{y,R} / I_{y,S} = 0,338$

Damit ändern sich die Grenzschnittgrößen:

IPE 360, S 235 $N_{pl,d} = 1590 \text{ kN}$
 $V_{pl,z,d} = 350 \text{ kN}$
 $M_{pl,y,d} = 225 \text{ kNm}$

IPE 500, S 235 $N_{pl,d} = 2520 \text{ kN}$
 $V_{pl,z,d} = 622 \text{ kN}$
 $M_{pl,y,d} = 480 \text{ kNm}$

Aufgrund des nahezu gleichen Verhältnisses der Flächenträgheitsmomente ändern sich die Schnittlasten nur minimal.

Beispielhaft wird der Tragsicherheitsnachweis für die folgende Position geführt:

Stab 1 – Knoten 3

$$N / N_{pl,d} = 62,01 / 1590 = 0,039 < 0,10$$

$$V / V_{pl,z,d} = 14,22 / 350 = 0,041 < 0,33$$

$$M / M_{pl,y,d} = 209,59 / 225 = 0,932 < 1,00$$

4 Berechnung der Halle nach DIN 1055 neu

Um einen Vergleich zwischen alter und neuer DIN 1055 zu schaffen, gleicht der Aufbau der statischen Berechnung der Halle nach DIN 1055 neu dem der Statik vom Ingenieurbüro Brands. Da sich einige Positionen in Bezug auf die Lastannahmen jedoch kaum von den ursprünglichen unterscheiden, werden diese Positionen nicht genauer betrachtet. Sie werden aber noch im Einzelnen erwähnt.

Eine ausführlichere, aber nicht alle Positionen umfassende Berechnung befindet sich in Anlage A.2.

4.1 Positionenplan

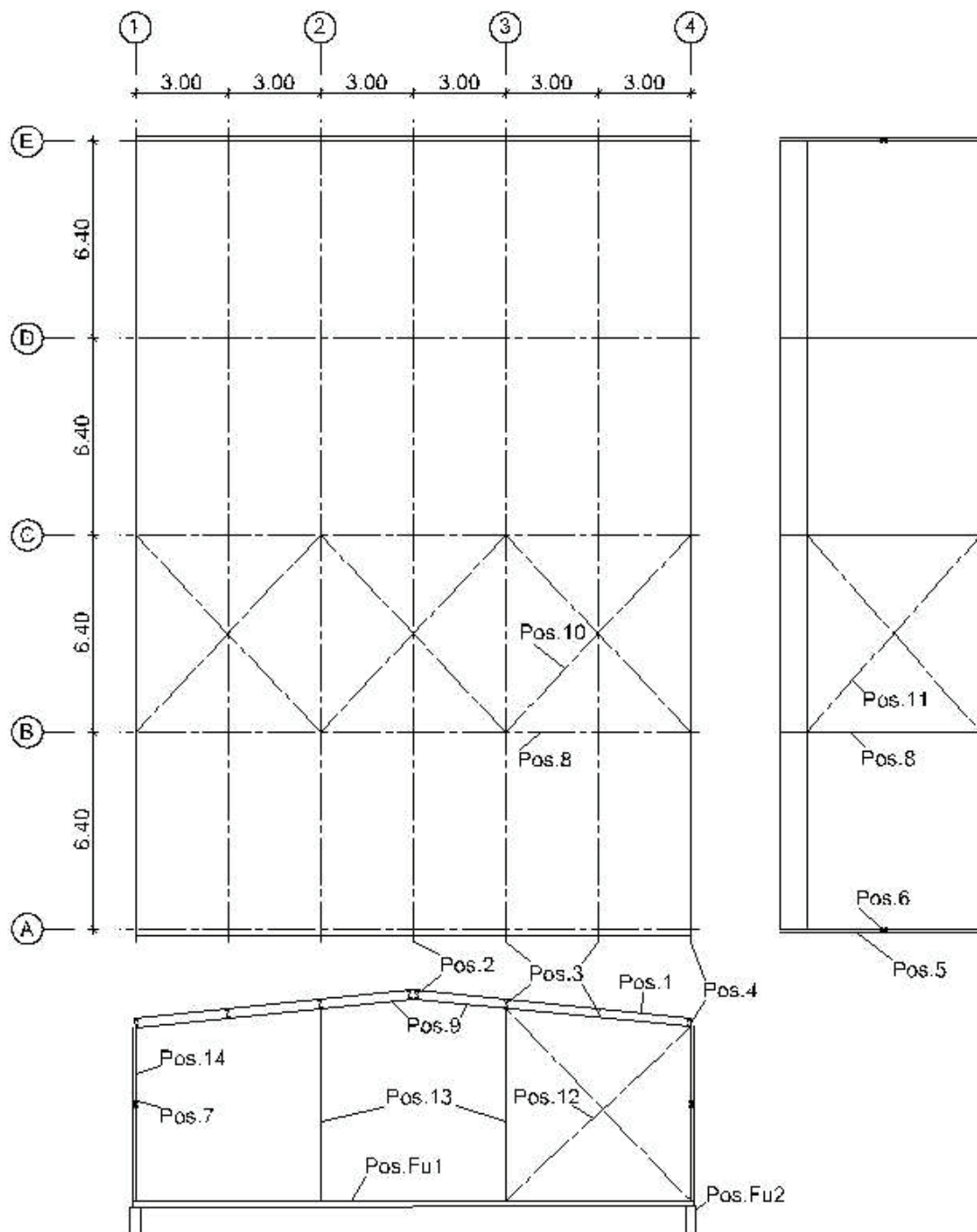


Abb. 4-1 Positionenplan

4.2 Position 1 – Hallendach – Thermodachelemente

Im Gegensatz zu den bisherigen statischen Berechnungen besteht das Hallendach nach den neuen Berechnungen aus Thermodachelementen vom Typ ThyssenKrupp Hoesch-Thermodach, TL 95-n. Bisher war es der Typ TL 75-n. Das Bauwerk befindet sich in der Schneelastzone 3.

Aus diesen Annahmen ergeben sich folgende Belastungen:

Eigenlast – Dach (TL 95-n)	$g = 0,11 \text{ kN/m}^2$
Schneelast	$s = 1,10 \text{ kN/m}^2$

Das statische System des Daches:

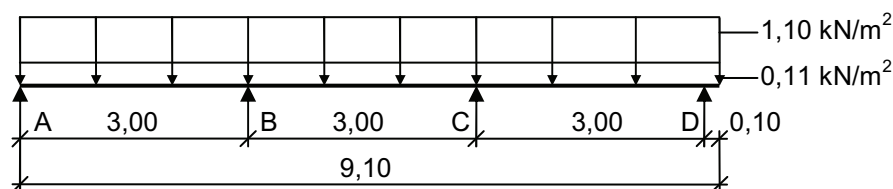


Abb. 4-2 Pos. 1 – statisches System

Laut der Produktinformation auf Seite 44 beträgt die zulässige Schneebelastung für:

Einfeldträger mit Feldlänge von $L = 3,00 \text{ m}$:

$$\text{zul. } s = 1,43 \text{ kN/m}^2$$

$$s = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{zul. } s > s$$

Dreifeldträger mit Feldlänge von $L = 3,00 \text{ m}$:

$$\text{zul. } s = 1,04 \text{ kN/m}^2$$

$$s = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{zul. } s \approx s$$

Die vollständige Berechnung der Auflagerreaktionen, Schnittgrößen und Verformungen befindet sich in Anlage A.2, Seiten 1 – 22.

Die zulässige Durchbiegung beträgt:

$$\text{zul. } f = L / 150 = 300 / 150 = 2,00 \text{ cm}$$

$$\text{max. } f = 1,88 \text{ cm}$$

$$\underline{\text{max. } f < \text{zul. } f}$$

Der Verbindungsmittelnachweis für die Dachhaut befindet sich in Anlage A.1,
Seite 7.

ThyssenKrupp Hoesch Bausysteme: Thermodach

Thermodach 95-n Befestigung⁴⁾ in Durchschraubtechnik -sichtbar-
Belastungs- und Stützweitentabellen zur Vorbemessung¹⁾ für Thermodach

Durchbiegungsbeschränkung: $\max f \leq L/150$

Blechdicke, außen: $t_{n,a} = 0,50$ mm

Blechdicke, innen: $t_{n,i} = 0,40$ mm

Blechdicke, d = 95 (60) mm

Einfeldträger, zulässige Schneebelastung

Stützweite L[m]		2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75		
		Einfeldträger, zul. s[kN/m ²]													
Auflagerbreiten ²⁾	$b_A = 40$ [mm]	2,21	1,95	1,74	1,57	1,43	1,25	1,04	0,88	0,73	0,62				
	$b_A = 60$ [mm]	2,95	2,53	2,19	1,84	1,51	1,25	1,04	0,88	0,73	0,62				
	$b_A = 80$ [mm]	2,95	2,53	2,19	1,84	1,51	1,25	1,04	0,88	0,73	0,62				

Zweifeldträger, zulässige Schneebelastung

Stützweite L[m]		2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75		
		Zweifeldträger, zul. s[kN/m ²]													
Auflagerbreiten	$b_A = 40$ [mm] $b_B = 60$ [mm]	1,62	1,43	1,27	1,15	1,04	0,95	0,87	0,80	0,75	0,69				
	$b_A = 40$ [mm] $b_B = 80$ [mm]	2,21	1,95	1,74	1,50	1,29	1,12	0,98	0,87	0,77	0,69				
	$b_A = 60$ [mm] $b_B = 120$ [mm]	2,57	2,10	1,76	1,50	1,29	1,12	0,98	0,87	0,77	0,69				

Dreifeldträger, zulässige Schneebelastung

Stützweite L[m]		2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75		
		Dreifeldträger, zul. s[kN/m ²]													
Auflagerbreiten	$b_A = 40$ [mm] $b_B = 60$ [mm]	1,62	1,43	1,27	1,15	1,04	0,95	0,87	0,80	0,75	0,70	0,65			
	$b_A = 40$ [mm] $b_B = 80$ [mm]	2,21	1,95	1,74	1,57	1,43	1,31	1,21	1,08	0,96	0,86	0,78	0,71		
	$b_A = 60$ [mm] $b_B = 120$ [mm]	2,95	2,53	2,12	1,81	1,57	1,37	1,21	1,08	0,96	0,86	0,78	0,71		

Maximale Stützweiten³⁾ in [m] unter Berücksichtigung von Windsog - geschlossenes Gebäude -
- Windlasten nach DIN 1055-4 (8.86) -

Geschlossenes Gebäude		Normalbereich des Daches			Eck-/Randbereich des Daches		
Dachhöhe über Gelände [m]		0 ... 8	> 8 ... 20	> 20 ... 100	0 ... 8	> 8 ... 20	> 20 ... 100
Windsog [kN/m ²]		0,30	0,48	0,66			
Einfeldträger	FG I ⁵⁾ -III	4,75	4,75	4,41	Auf Anfrage!		
Zweifeldträger	FG I-III	4,75	4,75	4,28			
Dreifeldträger	FG I-III	4,75	4,75	4,75			

- Die Tabellen ersetzen nicht den für die Bauausführung erforderlichen statischen Nachweis. Die Angaben sind gemäß den Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-10.4-232 vom 26. April 2000 ermittelt worden.
- „Breite b_A “ bzw. „Breite b_B “ sind Mindestauflagerbreiten für die Endauflager b_A bzw. Zwischenaullager b_B in [mm] für die jeweilige zulässige Druckbeanspruchung.
- Gültig für den Dachnormalbereich. Angaben für den Eck- und Randbereich des Daches auf Anfrage, aufgrund der erhöhten Windsogbeanspruchung kann eine Stützweitenabminderung erforderlich werden.
- Je Auflager 3 Schrauben/m. Zugelassene Schraube mit $F_z, k \geq 1,9$ kN/Schraube.
- „Farbgruppe I, II, III“ - Nachfolgende Temperaturdifferenzen zwischen den Deckschichten sind nach der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für die Zwängungsbeanspruchung in den Deckschichten berücksichtigt:

Jahreszeit	Farbgruppe	$t_{\text{außen}} - t_{\text{innen}}$
Sommer	I / II / III	+30 / +40 / +55 °C
Winter	alle	-40 °C

4.3 Position 2 – Firstpfetten

Das Hallendach ist am First auf Pfetten vom Typ ZETA 200-13 befestigt.

Die Belastungen ergeben sich wie folgt:

Eigenlast – Pfette (ZETA 200-13) $g_E = 0,038 \text{ kN/m}$

Normalkraft aus Wind:

$N_W = 0,8 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 1,5 \text{ m} \times 3,63 \text{ m} = 3,70 \text{ kN}$

Belastungen aus Pos. 1 Auflager D:

Eigenlast – Dach (TL 95-n) $g = 0,14 \text{ kN/m}$

Schneelast $s = 1,49 \text{ kN/m}$

Das statische System der Firstpfetten:

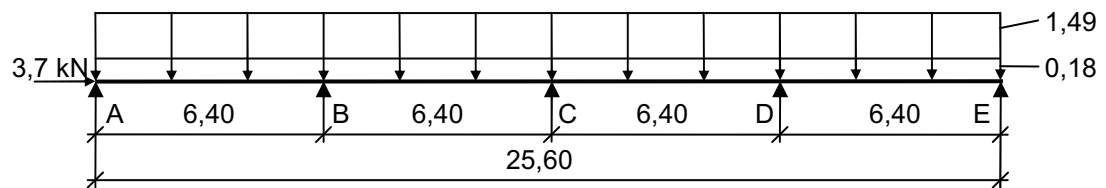


Abb. 4-3 Pos. 2 – statisches System

4.4 Position 3 – Mittlere Pfetten

Das Hallendach ist in den Bereichen zwischen First und Traufe auf Pfetten vom Typ ZETA 200-20 bei den Randfeldern bzw. ZETA 200-16 bei den Innenfeldern befestigt.

Die Belastungen ergeben sich wie folgt:

Eigenlast – Pfette (ZETA 200-20) $g_E = 0,058 \text{ kN/m}$

Normalkraft aus Wind:

$N_W = 0,8 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 3,0 \text{ m} \times 3,63 \text{ m} = 7,24 \text{ kN}$

Belastungen aus Pos. 1 Auflager B:

Eigenlast – Dach (TL 95-n) $g = 0,36 \text{ kN/m}$

Schneelast $s = 3,96 \text{ kN/m}$

Das statische System der Mittelpfetten:

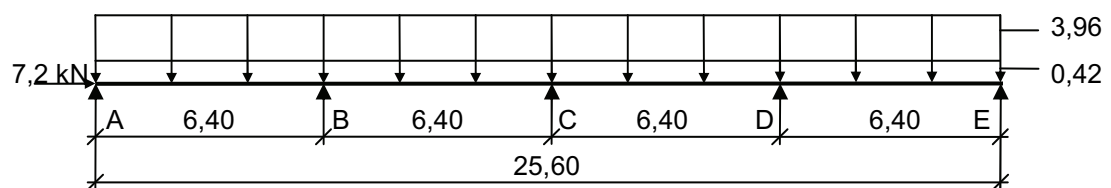


Abb. 4-4 Pos. 3 – statisches System

Für die Pfetten (Pos. 2 und 3) werden die Profile der bisherigen statischen Berechnungen angenommen. Die ZETA-Profile müssen aber gesondert nach DAST-Richtlinie 016 nachgewiesen werden.

4.5 Position 4 – Traufriegel

Das Hallendach ist an der Traufe auf Riegel mit den Maßen TR 175 x 105 x 3,0 befestigt.

Die Belastungen ergeben sich wie folgt:

Eigenlast – Traufriegel (TR 175 x 105 x 3,0) $g_E = 0,11 \text{ kN/m}$

Normalkraft aus Wind:

$$N_W = 0,8 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 1,5 \text{ m} \times 3,33 \text{ m} = 3,40 \text{ kN}$$

Belastungen aus Pos. 1 Auflager A:

Eigenlast – Dach (TL 95-n) $g = 0,13 \text{ kN/m}$

Schneelast $s = 1,49 \text{ kN/m}$

Das statische System des Traufriegels:

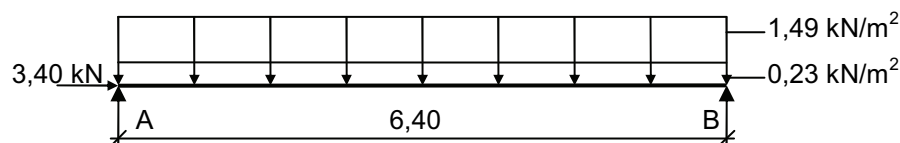


Abb. 4-5 Pos. 4 – statisches System

Das maßgebende Moment ergibt sich zu:

$$\begin{aligned} \max. M &= \frac{1}{8} \times q \times L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times (0,11 + 0,13 + 1,49) \times 6,40^2 \\ &= \underline{8,86 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max. M_d &= \frac{1}{8} \times (1,35 \times 0,24 + 1,5 \times 1,49) \times 6,40^2 \\ &= \underline{13,10 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

Spannungsnachweis nach DIN 18800-1:

$$\max. \sigma / \sigma_{R,d} \leq 1,0$$

$$\begin{aligned} \max. \sigma &= N / A + M / W \\ &= 1,5 \times 3400 / 1395 + 13100000 / 76140 \\ &= \underline{175,71 \text{ N/mm}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} &= f_{y,k} / \gamma_M \\ &= 240 / 1,1 \\ &= 218,18 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max. \sigma / \sigma_{R,d} &= 175,71 / 218,18 \\ &= \underline{0,81 < 1,0} \end{aligned}$$

Stabilitätsnachweis nach DIN 18800-2:

Biegedrillknicken wird nicht maßgebend, da der Obergurt durch Thermodachelemente gehalten wird!

Nachweis der Biegeknicksicherheit:

$$\begin{aligned} N_d / (\kappa \times N_{pl,d}) &\leq 1 \\ N_d &= 1,5 \times 3,40 = 5,10 \text{ kN} \\ N_{pl,d} &= 304,36 \text{ kN} && \text{(Ermittlung siehe Anlage A.1, Seite 23f)} \\ \kappa &= 0,022 \\ 5,10 / (0,022 \times 304,36) &= \underline{0,76 < 1,0} \end{aligned}$$

Die zulässige Durchbiegung beträgt:

$$\begin{aligned} \text{zul. } f &= L / 200 = 640 / 200 = 3,20 \text{ cm} \\ \text{max. } f &= (4,96 \times q \times L^2) / I_y = (4,96 \times 7,94 \times 6,40^2) / 694,97 \\ \text{max. } f &= 2,34 \text{ cm} \\ &\underline{\text{max. } f < \text{zul. } f} \end{aligned}$$

4.6 Position 5 – Hallenwand in Achse A

Die Hallenwand besteht aus Thermowandelementen vom Typ ThyssenKrupp Hoesch-Thermowand, LL 40.

Es ergeben sich die folgenden Belastungen:

$$\text{Eigenlast – Wand (LL 40)} \qquad g = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

(wird vernachlässigt)

Windlast

$$w = 0,8 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \qquad = 0,68 \text{ kN/m}^2$$

Aufgrund der Drehung des Systems um 90° wird das Eigengewicht der Wand vernachlässigt und die Windlast senkrecht zur Stabachse angesetzt.

Das statische System der Wand:

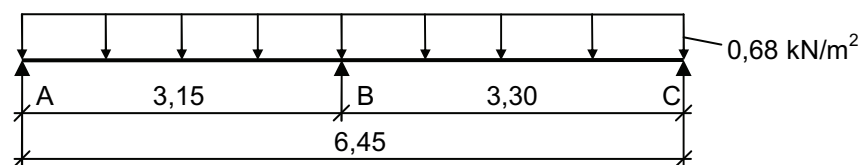


Abb. 4-6 Pos. 5 – statisches System

Auf die Nachweise der Hallenwand mit DIN 1055 neu wird verzichtet. Sie werden entsprechend den Nachweisen nach DIN 1055 alt in Anlage A.1, Seite 26 – 31 angenommen.

4.7 Position 6 – Wandriegel in Achse A

Im Gegensatz zu den bisherigen Berechnungen (C 180 x 90 x 3,2) ergibt sich aus den neuen Windlastannahmen das Profil HEA 140.

Es wirken folgende Belastungen:

$$\text{Eigenlast – Wandriegel (HEA 140)} \quad g = 0,247 \text{ kN/m}^2$$

(wird vernachlässigt)

Windlast aus Thermowand

$$w = 1,25 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 3,15 \text{ m} \quad w = 3,35 \text{ kN/m}^2$$

Aufgrund der Drehung des Systems um 90° wird das Eigengewicht der Wand vernachlässigt.

Das statische System des Wandriegels:

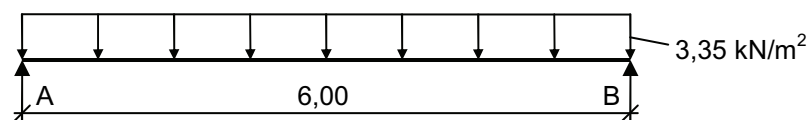


Abb. 4-7 Pos. 6 – statisches System

Das maßgebende Moment ergibt sich zu:

$$\begin{aligned} \text{max. } M &= \frac{1}{8} \times q \times L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 3,35 \times 6,00^2 \\ &= \underline{15,08 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{max. } M_d &= \frac{1}{8} \times (1,5 \times 3,35) \times 6,00^2 \\ &= \underline{22,61 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

Spannungsnachweis nach DIN 18800-1:

$$\max. \sigma / \sigma_{R,d} \leq 1,0$$

$$\begin{aligned} \max. \sigma &= M / W \\ &= 22610000 / 155000 \\ &= \underline{145,87 \text{ N/mm}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} &= f_{y,k} / \gamma_M \\ &= 240 / 1,1 \\ &= 218,18 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max. \sigma / \sigma_{R,d} &= 145,87 / 218,18 \\ &= \underline{0,67 < 1,0} \end{aligned}$$

Die zulässige Durchbiegung beträgt:

$$\text{zul. } f = L / 200 = 600 / 200 = 3,00 \text{ cm}$$

$$\max. f = (4,96 \times q \times L^2) / I_y = (4,96 \times 15,08 \times 6,00^2) / 1030$$

$$\max. f = 2,61 \text{ cm}$$

$$\underline{\max. f < \text{zul. } f}$$

4.8 Position 7 – Wandriegel in Achse 1 und 4

Im Gegensatz zu den bisherigen Berechnungen (C 180 x 90 x 3,2) ergibt sich aus den neuen Windlastannahmen das Profil HEA 140.

Es wirken folgende Belastungen:

$$\text{Eigenlast – Wandriegel (HEA 140)} \quad g = 0,247 \text{ kN/m}^2$$

(wird vernachlässigt)

Windlast aus Thermowand

$$w = 1,25 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 2,78 \text{ m} \quad w = 2,95 \text{ kN/m}^2$$

Aufgrund der Drehung des Systems um 90° wird das Eigengewicht der Wand vernachlässigt.

Das statische System des Wandriegels:

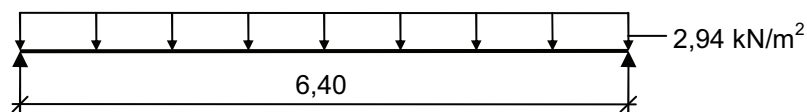


Abb. 4-8 Pos. 7 – statisches System

Das maßgebende Moment ergibt sich zu:

$$\begin{aligned} \text{max. } M &= \frac{1}{8} \times q \times L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 2,95 \times 6,40^2 \\ &= \underline{15,10 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{max. } M_d &= \frac{1}{8} \times (1,5 \times 2,95) \times 6,40^2 \\ &= \underline{22,66 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

Spannungsnachweis nach DIN 18800-1:

$$\max. \sigma / \sigma_{R,d} \leq 1,0$$

$$\begin{aligned} \max. \sigma &= M / W \\ &= 22660000 / 155000 \\ &= \underline{146,19 \text{ N/mm}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} &= f_{y,k} / \gamma_M \\ &= 240 / 1,1 \\ &= 218,18 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max. \sigma / \sigma_{R,d} &= 146,19 / 218,18 \\ &= \underline{0,67 < 1,0} \end{aligned}$$

Die zulässige Durchbiegung beträgt:

$$\text{zul. } f = L / 200 = 640 / 200 = 3,20 \text{ cm}$$

$$\max. f = (4,96 \times q \times L^2) / I_y = (4,96 \times 15,10 \times 6,40^2) / 1030$$

$$\max. f = 2,97 \text{ cm}$$

$$\underline{\max. f < \text{zul. } f}$$

4.9 Position 8 – Zweigelenkrahmen in Achse B

Die Bemessung des Rahmens befindet sich im Abschnitt 3

Auf die Nachweise des Rahmens und die Fußpunktausbildung nach DIN 1055 neu wird verzichtet. Sie werden entsprechend den bisherigen Berechnungen (Anlage A.1, Seite 55ff) angenommen.

4.10 Position 9 – Dachträger in Achse A und E

Der Dachträger bildet den Ortsgangriegel und hat das Profil HEA 140. Er ist auf die Giebeleck- (Pos. 14) und Giebelwandstiele (Pos. 13) aufgelagert.

Es ergeben sich folgende Belastungen:

Eigenlast – Träger (HEA 140)	$g_E = 0,25 \text{ kN/m}$
Eigenlast – Dach (TL 95-n)	
$g_{Da} = 0,40 \times 0,11 \text{ kN/m}^2 \times 6,40 \text{ m}$	$g_{Da} = 0,28 \text{ kN/m}$
Eigenlast – Pfetten (Z260 x 2,5)	
$g_{Pf} = 0,40 \times (0,06 / 2,25) \times 6,40 \text{ m}$	$g_{Pf} = 0,07 \text{ kN/m}$
Schneelast	
$s = 0,40 \times 1,10 \text{ kN/m}^2 \times 6,40 \text{ m}$	$s = 2,82 \text{ kN/m}^2$

Aufgrund der geringen Dachneigung von 10 % wird der Ortsgangriegel ohne Längenänderungen in die Horizontale transferiert.

Das statische System des Dachträgers:

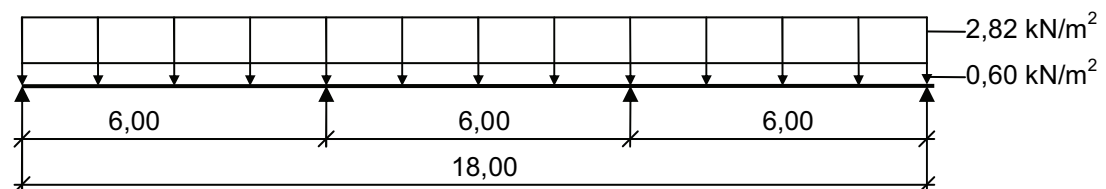


Abb. 4-9 Pos. 9 – statisches System

Die vollständige Berechnung der Auflagerreaktionen, Schnittgrößen und Verformungen befindet sich in der Anlage A.2, Seiten 96 – 110.

Zur Vereinfachung werden nur die maßgebenden Momente angegeben.

Stelle x (m)	0,00	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00	18,00
Feld-Nr.	1	1	1, 2	2	2, 3	3	3
M (kNm)	0,00	17,42	20,68	12,15	20,68	17,42	0,00

Spannungsnachweis nach DIN 18800-1:

$$\max. \sigma / \sigma_{R,d} \leq 1,0$$

$$\begin{aligned} \max. \sigma &= M / W \\ &= 20680000 / 155000 \\ &= \underline{133,42 \text{ N/mm}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} &= f_{y,k} / \gamma_M \\ &= 240 / 1,1 \\ &= 218,18 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max. \sigma / \sigma_{R,d} &= 133,55 / 218,18 \\ &= \underline{0,61 < 1,0} \end{aligned}$$

Nachweis des biegesteifen Stirnplattenstoßes im First:

Der First befindet sich im Feld 2 in Feldmitte.

$$M_d = 12,15 \text{ kNm}$$

$$V_d = 2,12 \text{ kN}$$

gewählt: biegesteifer Stirnplattenstoß mit hochfesten vorgespannten Schrauben, siehe Anlage A.1, Seite 70

Auf den Biegedrillknicknachweis nach DIN 1055 neu wird verzichtet. Er entspricht dem Nachweis nach DIN 1055 alt in Anlage A.1, Seite 73.

4.11 Position 10 – Horizontalverband zwischen Achse B und C

Der Horizontalverband zwischen Achse B und C besteht aus Gurten, Vertikalen und Diagonalen. Das Rundstahlprofil der Diagonalen bleibt unverändert Rd 20 mm, bei den vertikalen Stäben vergrößert sich das Profil von R 88,9 x 4,0 auf R 101,6 x 3,6 und die Horizontalen, die bereits aus Position 8 bekannt sind haben das Profil IPE 360.

Maßgebende Belastungen sind die Windlast und eine Stabilisierungslast:

Windlast

$$W_{D1} = 0,8 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 3,22 \text{ m} \times 3,26 \text{ m} = 7,14 \text{ kN}$$

$$W_{S1} = -0,5 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 3,22 \text{ m} \times 3,26 \text{ m} = -4,46 \text{ kN}$$

$$W_{D2} = 0,8 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 6,00 \text{ m} \times 3,48 \text{ m} = 14,20 \text{ kN}$$

$$W_{S2} = -0,5 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 6,00 \text{ m} \times 3,48 \text{ m} = -8,87 \text{ kN}$$

$$\underline{W = 34,67 \text{ kN}}$$

Die Ermittlung der Stabilisierungslast wird aus den bisherigen Berechnungen übernommen.

Das statische System des Horizontalverbandes:

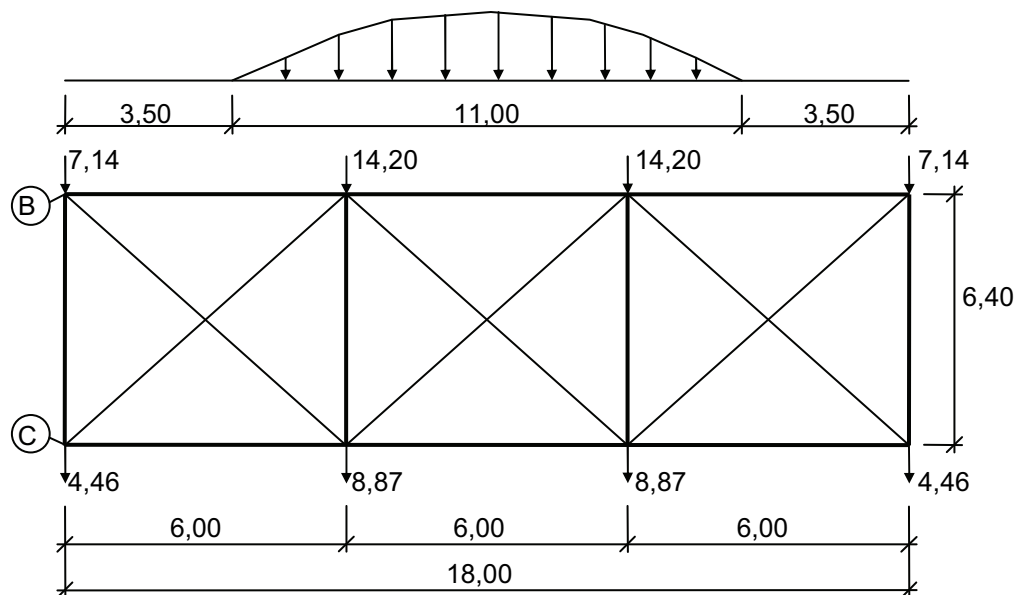


Abb. 4-10 Pos. 10 – statisches System

Auf die Spannungs- und Stabilitätsnachweise der Horizontalen wird verzichtet. Sie entsprechen den Nachweisen nach DIN 1055 alt in Anlage A.1, Seite 76.

Die vollständige Berechnung von Position 10 befindet sich in Anlage A.2, Seite 110 – 122.

Bemessung der Vertikalen:

Die maßgebende Normalkraft beträgt:

$$N_d = -51,24 \text{ kN (Stab 10)}$$

gewählt: R 88,9 x 6,3
mit $N_{R,d} = 52,61 \text{ kN}$ für $s_K = 6,60 \text{ m}$
[18, Seite 659]

Bemessung der Diagonalen:

Die maßgebende Normalkraft beträgt:

$$N_d = 54,05 \text{ kN (Stab 13)}$$

gewählt: Rd. $\varnothing 25 \text{ mm}$ + Spannschloss M20 – 4.6
mit $N_{R,d} = 76,50 \text{ kN}$

4.12 Position 11 – Vertikalverbände in Achse 1 und 4

Die Vertikalverbände in Achse 1 und 4 befinden sich zwischen Achse B und C. Das Rundstahlprofil der Diagonalen Rd 20 mm vergrößert sich auf Rd 25 mm.

Die Windlast ergibt sich aus der Addition der Zug- und Druckkräfte aus Position 10:

Windlast

$$W = 34,67 \text{ kN}$$

Das statische System des Vertikalverbandes:

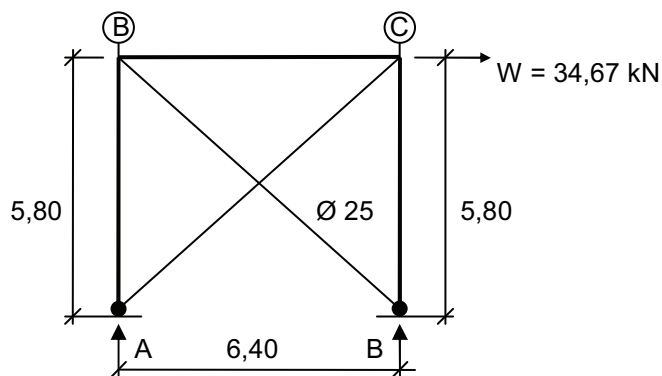


Abb. 4-11 Pos. 11 – statisches System

Berechnung der Auflagerkräfte:

$$-A = B = 5,80 \text{ m} \times 34,67 \text{ kN} / 6,40 \text{ m}$$

$$-A = B = 31,42 \text{ kN}$$

Bemessung der Diagonalen:

$$D_d = \gamma_Q \times W / \sin \alpha$$

$$\alpha = \tan^{-1} (5,80 / 6,40)$$

$$\alpha = 42,18^\circ$$

$$D_d = 1,5 \times 34,67 \text{ kN} / \sin 42,18^\circ$$

$$D_d = 70,18 \text{ kN}$$

gewählt: Rd. \varnothing 25 mm + Spannschloss M20 – 4.6

mit $N_{R,d} = 76,10 \text{ kN}$

4.13 Position 12 – Vertikalverband in Achse A

Der Vertikalverband in Achse A befindet sich zwischen Achse 3 und 4. Er besteht aus Diagonalen mit einem Rundstahlprofil 16 mm.

Die Windlast ergibt sich aus der Addition der Zug- und Druckkräfte. Es entstehen folgende Belastung:

$$\begin{aligned} \text{Windlast } W &= (0,8 + 0,5) \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 3,42 \text{ m} \times 3,63 \text{ m} \\ W &= 13,72 \text{ kN} \end{aligned}$$

Das statische System des Vertikalverbandes:

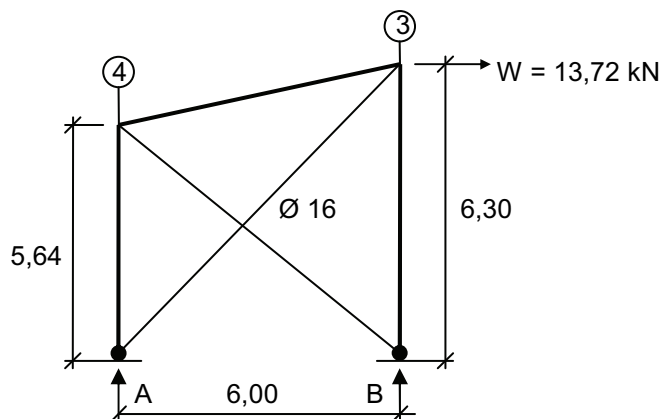


Abb. 4-12 Pos. 12 – statisches System

Berechnung der Auflagerkräfte:

$$\begin{aligned} -A &= B = 6,30 \text{ m} \times 13,72 \text{ kN} / 6,00 \text{ m} \\ -A &= B = 14,41 \text{ kN} \end{aligned}$$

Bemessung der Diagonalen:

$$\begin{aligned} D_d &= \gamma_Q \times W / \sin \alpha \\ \alpha &= \tan^{-1} (6,00 / 6,30) \\ \alpha &= 43,60^\circ \\ D_d &= 1,5 \times 13,72 \text{ kN} / \sin 43,60^\circ \\ D_d &= 29,84 \text{ kN} \end{aligned}$$

gewählt: Rd. \varnothing 16 mm + Spannschloss M16 – 4.6
 mit $N_{R,d} = 31,14 \text{ kN}$ (vgl. Anlage A.1, Seite 85)

4.14 Position 13 – Pendelstützen in Achse 2 und 3

Die Pendelstützen befinden sich in Achse A in den Schnittpunkten mit den Achsen 2 und 3. Sie bilden die Giebelwandstiele und haben das Profil IPE 200, nach bisheriger Rechnung ergab sich das Profil IPE 180.

Es ergeben sich folgende Lasten:

Eigenlast – Stütze (IPE 200)

$$G_E = 0,224 \text{ kN/m} \times 6,34 \text{ m}$$

$$G_E = 1,42 \text{ kN}$$

Windlast

$$w_D = 0,8 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 6,00 \text{ m}$$

$$w_D = 4,08 \text{ kN}$$

Belastungen aus Pos. 9 Auflager B:

Eigenlast – Dachträger, Dach, Pfetten

$$G = 3,96 \text{ kN}$$

Schneelast

$$S = 18,61 \text{ kN}$$

Belastungen aus Pos. 12:

Windlast – Auflager B

$$W = 14,41 \text{ kN}$$

Die maximale Normalkraft auf die Stütze ergibt sich zu:

$$N_d = 1,35 \times (G_E + G) + 1,5 \times (S + 0,6 \times W)$$

$$N_d = 1,35 \times (1,42 + 3,96) + 1,5 \times (18,61 + 0,6 \times 14,41)$$

$$N_d = 48,15 \text{ kN}$$

Das statische System der Pendelstütze:

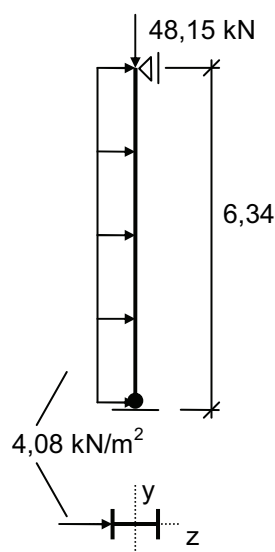


Abb. 4-13 Pos. 13 – statisches System

Das maßgebende Moment ergibt sich zu:

$$\begin{aligned}\max. M &= \frac{1}{8} \times w_D \times L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 4,08 \times 6,34^2 \\ &= \underline{20,50 \text{ kNm}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\max. M_d &= \frac{1}{8} \times 1,5 \times 4,08 \times 6,34^2 \\ &= \underline{30,75 \text{ kNm}}\end{aligned}$$

Spannungsnachweis nach DIN 18800-1:

$$\max. \sigma / \sigma_{R,d} \leq 1,0$$

$$\begin{aligned}\max. \sigma &= N / A + M / W \\ &= 48150 / 2850 + 30750 / 194 \\ &= \underline{175,40 \text{ N/mm}^2}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{R,d} &= f_{y,k} / \gamma_M \\ &= 240 / 1,1 \\ &= 218,18 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\max. \sigma / \sigma_{R,d} &= 175,40 / 218,18 \\ &= \underline{0,80 < 1,0}\end{aligned}$$

Stabilitätsnachweis nach DIN 18800-2:Drehbettung:

Stabilisierung der Pendelstütze erfolgt mittels Wandriegel HEA 140 (Pos. 6)

Es gelten folgende geometrische Bedingungen:

a (Stützweite des abstützenden Bauteils)	a = 6,00 m
b (Abstand des angeschlossenen Trägers)	b = 3,15 m
k (für Ein-, Zweifeldträger)	k = 2

Abmessungen des Stützenprofils:

h_S (Trägerhöhe)	h = 20,00 cm
b_S (Trägerbreite)	b = 10,00 cm
t_S (Flanschdicke)	t = 0,85 cm
s_S (Stegdicke)	s = 0,56 cm

theoretische Drehbettung des aussteifenden Elementes:

$$c_{\theta M,k} = (EI_a)_k / (a \times b) \times k$$

$$c_{\theta M,k} = (2,1 \times 10^8 \times 630 \times 10^{-8}) / (6 \times 3,15) \times 2$$

$$c_{\theta M,k} = 140 \text{ kNm/m}$$

Drehbettung aus der Profilverformung:

$$c_{\theta P,k} = (k + 1) / L \times \sqrt{((EG / 3) \times (b / (h - t)) \times (s \times t)^3)}$$

$$c_{\theta P,k} = 2 / 6,34 \times \sqrt{((5,67 \times 10^{15} / 3) \times (0,1 / 0,1915) \times (4,76 \times 10^{-5})^3)}$$

$$c_{\theta P,k} = 5,64 \text{ kNm/m}$$

Drehbettung aus der Nachgiebigkeit des Anschlusses:

$$c_{\theta A,k} = 1000,00 \text{ kNm/m}$$

Resultierende Drehbettung:

$$c_{\theta,k} = 1 / (1 / c_{\theta M,k} + 1 / c_{\theta P,k} + 1 / c_{\theta A,k})$$

$$c_{\theta,k} = \underline{5,39 \text{ kNm/m}}$$

Die zulässige Durchbiegung beträgt:

$$\text{zul. } f = L / 300 = 634 / 300 = 2,11 \text{ cm}$$

$$\text{max. } f = (4,96 \times M \times L^2) / I_y = (4,96 \times 20,5 \times 6,34^2) / 1940$$

$$\text{max. } f = 2,11 \text{ cm}$$

$$\underline{\text{max. } f = \text{zul. } f}$$

Die vollständige Berechnung von Pos. 13 befindet sich in Anlage A.2, Seiten 123 – 130.

4.15 Position 14 – Pendelstützen in Achse 1 und 4

Die Pendelstützen befinden sich in Achse A in den Schnittpunkten mit den Achsen 1 und 4. Sie bilden die Giebeleckstiele und haben das Profil HEA 180. In den bisherigen Berechnungen ergab sich das Profil IPE 180.

Es ergeben sich folgende Lasten:

Eigenlast – Stütze (HEA 180)

$$G_E = 0,355 \text{ kN/m} \times 5,74 \text{ m}$$

$$G_E = 2,04 \text{ kN}$$

Windlast

$$w_{Dz} = 0,8 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 3,42 \text{ m}$$

$$w_{Dz} = 2,33 \text{ kN}$$

$$w_{Dy} = 0,8 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 \times 3,22 \text{ m}$$

$$w_{Dy} = 2,19 \text{ kN}$$

Belastungen aus Pos. 9 Auflager A:

Eigenlast – Dachträger, Dach, Pfetten

$$G = 1,44 \text{ kN}$$

Schneelast

$$S = 6,77 \text{ kN}$$

Belastungen aus Pos. 12:

Windlast – Auflager B

$$W = 14,41 \text{ kN}$$

Die maximale Normalkraft auf die Stütze ergibt sich zu:

$$N_d = 1,35 \times (G_E + G) + 1,5 \times (W + 0,5 \times S)$$

$$N_d = 1,35 \times (2,04 + 1,44) + 1,5 \times (14,41 + 0,5 \times 6,77)$$

$$N_d = 31,39 \text{ kN}$$

Das statische System der Pendelstütze:

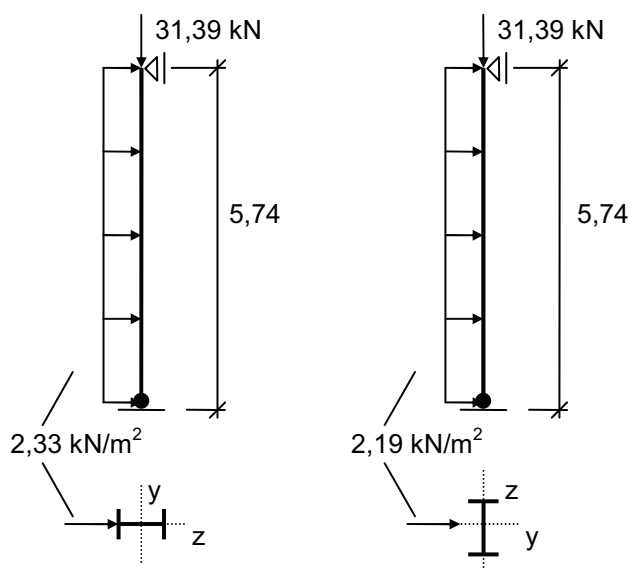


Abb. 4-14 Pos. 14 – statisches System

Das maßgebende Moment ergibt sich zu:

$$\begin{aligned}\max. M_y &= \frac{1}{8} \times w_{Dz} \times L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 2,33 \times 5,74^2 \\ &= \underline{9,60 \text{ kNm}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\max. M_{dy} &= \frac{1}{8} \times 1,5 \times 2,33 \times 5,74^2 \\ &= \underline{14,39 \text{ kNm}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\max. M_z &= \frac{1}{8} \times w_{Dy} \times L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 2,19 \times 5,74^2 \\ &= \underline{9,02 \text{ kNm}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\max. M_{dz} &= \frac{1}{8} \times 1,5 \times 2,19 \times 5,74^2 \\ &= \underline{13,53 \text{ kNm}}\end{aligned}$$

Spannungsnachweis nach DIN 18800-1:

$$\max. \sigma / \sigma_{R,d} \leq 1,0$$

$$\begin{aligned}\max. \sigma &= N / A + M_z / W_z + M_y / W_y \\ &= 31390 / 4530 + 13530 / 103 + 14390 / 294 \\ &= \underline{187,23 \text{ N/mm}^2}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{R,d} &= f_{y,k} / \gamma_M \\ &= 240 / 1,1 \\ &= 218,18 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\max. \sigma / \sigma_{R,d} &= 187,23 / 218,18 \\ &= \underline{0,86 < 1,0}\end{aligned}$$

Die zulässige Durchbiegung beträgt:

$$\text{zul. } f = L / 200 = 574 / 200 = 2,87 \text{ cm}$$

$$\max. f_z = (4,96 \times M_y \times L^2) / I_y = (4,96 \times 9,60 \times 5,74^2) / 2510$$

$$\max. f_y = (4,96 \times M_z \times L^2) / I_z = (4,96 \times 9,02 \times 5,74^2) / 925$$

$$\max. f = \sqrt{(f_z^2 + f_y^2)}$$

$$\max. f = 1,71$$

$$\underline{\max. f < \text{zul. } f}$$

Auf die Nachweise auf Biegeknicken und Biegedrillknicken wird verzichtet. Sie entsprechen den Nachweisen nach DIN 1055 alt in Anlage A.1, Seite 90. Die vollständige Berechnung von Position 14 befindet sich in Anlage A.2, Seite 131 – 139.

4.16 Pos. Fu1, 2 – Bodenplatte, Streifenfundamente

Auf die Berechnungen der Stahlbetonbodenplatte und der Stahlbetonstreifenfundamente nach DIN 1055 neu wird verzichtet. Es werden die gleichen Abmessungen wie nach DIN 1055 alt gewählt.

4.17 Profilübersicht

Position	altes Profil	neues Profil	
1	TL 75-n	TL 95-n	
2	ZETA 200-13	unverändert	gesonderter Nachweis erforderlich
3	ZETA 200-20	unverändert	
	ZETA 200-16	unverändert	
4	TR 175 x 105 x 3,0	unverändert	
5	LL 40	unverändert	
6	C 180 x 90 x 3,2	HEA 140	
7	C 180 x 90 x 3,2	HEA 140	
8	Stiel: IPE 330	IPE 360	
	Riegel: IPE 450	IPE 500	
9	HEA 140	unverändert	
10	R 88,9 x 4,0	R 88,9 x 6,3	
	Rd. \varnothing 20 mm	Rd. \varnothing 25 mm	
11	Rd. \varnothing 20 mm	Rd. \varnothing 25 mm	
12	Rd. \varnothing 16 mm	unverändert	
13	IPE 180	IPE 200	
14	IPE 180	HEA 180	
Fu 1	konstruktiv	unverändert	
Fu 2	b = 35 cm	unverändert	gesonderter Nachweis erforderlich
	d = 90 cm	unverändert	

Tab. 4-1 Profilübersicht

5 Zusammenfassung

Das Wind- und Schneelastmodell der neuen Norm ist um ein Vielfaches genauer und wirklichkeitsgetreuer als das der alten Norm. Damit steigt zwar auf der einen Seite der Rechenaufwand erheblich an, doch können Tragwerke mit dieser umfangreicheren Art der Einwirkungsermittlung effizienter bemessen und somit filigraner ausgebildet werden.

Der Vergleich am Beispiel der Stahlhalle zeigt, dass vor allem der Standort des Bauwerks nach neuer Norm eine entscheidende Rolle spielt. Aufgrund der küstennahen Region und der Lage im Norddeutschen Tiefland fällt der Unterschied zwischen beiden Versionen besonders deutlich aus. Außerdem ist die Bedeutung der äußeren Form des Gebäudes in den Vordergrund gerückt.

Zunächst wurde der Zweigelenkrahmen der Halle näher betrachtet. Die Ermittlung der Lastannahmen und die Bemessung wurden getrennt nach alter und neuer Normenfassung durchgeführt und gegenübergestellt. Anschließend erfolgte die Berechnung der restlichen Positionen nach neuer DIN 1055.

Bei dem Vergleich des Zweigelenkrahmens wurde festgestellt, dass aufgrund der erhöhten Annahmen für Wind- und Schneelasten sowie der veränderten Lastkombinationen – besonders der außergewöhnlichen Lastkombination – wesentlich größere Schnittlasten auftreten. Infolge dessen war ein stärkeres Profil für Rahmenstiel und –riegel zu wählen.

Bei der Berechnung und Bemessung der restlichen Hallenpositionen verhielt es sich teilweise genauso. Die Hälfte der Positionen erfuhr durch die neuen Lastannahmen Vergrößerung bei den gewählten Profilen. Außerdem müsste ungefähr die Hälfte der nicht geänderten Profile bei genauerer Betrachtung noch gesondert untersucht werden.

Wie bereits erwähnt stellt sich eine besonders starke Veränderung gegenüber der bisherigen Norm aufgrund der Standortfaktoren heraus. Würde Das Gebäude nicht in der Norddeutschen Tiefebene und in einer anderen Windzone liegen gäbe es wahrscheinlich eine kleinere Veränderung oder womöglich gar keine

Die Normänderung bedeutet nicht zwangsläufig auch eine Bemessungsänderung.

Quellenverzeichnis

- [1] DIN 1055-4 „Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 4: Windlasten“;
März 2005

- [2] DIN 1055-5 „Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 5: Schnee-
und Eislasten“; Juli 2005

- [3] *Nötzel, D.*: Diplomarbeit: Optimierung einer Herkules Stahlhalle;
Neubrandenburg, 2005

- [4] URL: <http://www3.aksachsen.org/index.php?id=798>
[Stand: 16.02.2009]

- [5] URL: [http://www.eurocode-online.de/cn/
bGV2ZWw9dHBsLWdlZnN1Y2hlcmdlYm5pcw**.html](http://www.eurocode-online.de/cn/bGV2ZWw9dHBsLWdlZnN1Y2hlcmdlYm5pcw**.html)
[Stand: 16.02.2009]

- [6] URL: [www.ruhr-uni-bochum.de/imperia/md/content/asib/
normung/din1055_ch_260608.pdf](http://www.ruhr-uni-bochum.de/imperia/md/content/asib/normung/din1055_ch_260608.pdf)
[Stand: 11.02.2009]

- [7] *Drexler, F.-U.*: Einwirkungen nach DIN 1055 neu;
URL: www.vpi-bw.com/ingenieure/technews/pdf/technews_04_03.pdf
[Stand: 11.02.2009]

- [8] *Niemann, H.-J.*: Anwendungsbereich und Hintergrund der neuen
DIN 1055 Teil 4; Der Prüferingenieur, Oktober 2002

- [9] URL: [http://www.baurechtsexperte.de/din-1055-einwirkungen-auf-
tragwerke-db30305.html](http://www.baurechtsexperte.de/din-1055-einwirkungen-auf-tragwerke-db30305.html)
[Stand: 13.02.2009]

- [10] *Schopbach, H./Thorn, P.:* Vom Winde verweht – Ermittlung von Windlasten nach der neuen DIN 1055-4;
URL: <http://host31.co101.spacenet.de/contentserv/www.quadriga-news.de/data/media/1857/44-48.pdf>.
[Stand: 11.02.2009]
- [11] *Langer, P.:* Die neuen Normen der DIN 1055 „Einwirkungen auf Tragwerke“;
URL: www.xella.de/downloads/deu/documents/TB_AWF043.pdf
[Stand: 11.02.2009]
- [12] Timm, G.: Die neue DIN 1055 Teil 5 – Schnee- und Eislasten; Der Prüflingenieur, Oktober 2006
- [13] URL: www.solartechniken.de/pdf/statikinfo-neueDIN.pdf
[Stand: 11.02.2009]
- [14] Höffer, R./Hölscher, N./Hubert, W./Niemann, H.-J.: Sturmsicherheit: Den Spielraum immer wieder ausloten; Rubin Wissenschaftsmagazin Februar 2005
- [15] URL: <http://de.wikipedia.org>
[Stand: 13.02.2009]
- [16] URL: www.din1055.de/din0/cConts/1055-5/Tiefland.pdf
[Stand: 16.02.2009]
- [17] URL: <http://www.ki-smile.de/kismile/view73,10,302.html>
[Stand: 16.02.2009]
- [18] *Schneider, K.-J.:* Bautabellen für Ingenieure, 16. Auflage; 2004

- [19] Stahl im Hochbau, Anwenderhandbuch, 15. Auflage / Band 1; 1995
- [20] *Lohse, W.*: Stahlbau 1, 24. Auflage; Januar 2002
- [21] *Lohse, W.*: Stahlbau 2, 20. Auflage; März 2005
- [22] *Kindmann, R.*: Stahlbau – Teil 2, Stabilität und Theorie II. Ordnung, 4. Auflage; 2008
- [23] *Brands, B.*: Statische Berechnung – Neubau einer Herkules-Lagerhalle; 2004

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1	Darstellung des Hauptrahmensystems.....	2
Abb. 2-1	Windzonenkarte.....	6
Abb. 2-2	Einteilung der Wandflächen bei vertikalen Wänden (Auszug) [DIN 1055-4, Bild 4].....	8
Abb. 2-3	Einteilung der Dachflächen bei Sattel- und Trogdächern (Auszug) [DIN 1055-4, Bild 7].....	9
Abb. 2-4	Entwicklung der Windgeschwindigkeit bei verschiedenen Rauhigkeiten [14].....	9
Abb. 2-5	Bezugshöhe z_e in Abhängigkeit von Höhe und Breite (Auszug) [DIN 1055-4, Bild 3].....	11
Abb. 2-6	Schneelastzonenkarte [15].....	14
Abb. 2-7	charakteristischer Wert der Schneelast s_k [DIN 1055-5, Bild 2]	15
Abb. 2-8	Rechnerische Grenze des norddeutschen Tieflandes [16]... ..	18
Abb. 2-9	Eiszonenkarte.....	19
Abb. 3-1	Statisches System.....	21
Abb. 3-2	Ständige Lasten.....	22
Abb. 3-3a	Schneelastverteilung nach DIN 1055-5 alt.....	24
Abb. 3-3b	Schneelastverteilungen nach DIN 1055-5 neu.....	24
Abb. 3-4	LF(W1) Druckbeiwerte des Daches nach DIN 1055-4 neu... ..	26
Abb. 3-5	LF(W1) Druckbeiwerte der Wände nach DIN 1055-4 neu.....	27
Abb. 3-6	LF(W1) Windlasten nach DIN 1055-4 neu.....	27
Abb. 3-7	LF(W2) Druckbeiwerte des Daches nach DIN 1055-4 neu... ..	28
Abb. 3-8	LF(W2) Druckbeiwerte der Wände nach DIN 1055-4 neu.....	28
Abb. 3-9a	Windlasten nach DIN 1055-4 alt.....	29
Abb. 3-9b	LF(W1) Windlasten nach DIN 1055-4 neu.....	29
Abb. 3-10	Momentenbild LG1 nach DIN 1055 alt.....	36
Abb. 3-11	Momentenbild LG4 nach DIN 1055 alt.....	36
Abb. 3-12	Momentenbild LG11 nach DIN 1055 neu.....	37
Abb. 3-13	Momentenbild LG12 nach DIN 1055 neu.....	37

Abb. 4-1	Positionsplan.....	..41
Abb. 4-2	Pos. 1 – statisches System.....	..42
Abb. 4-3	Pos. 2 – statisches System.....	..45
Abb. 4-4	Pos. 3 – statisches System.....	..46
Abb. 4-5	Pos. 4 – statisches System.....	..47
Abb. 4-6	Pos. 5 – statisches System.....	..49
Abb. 4-7	Pos. 6 – statisches System.....	..50
Abb. 4-8	Pos. 7 – statisches System.....	..52
Abb. 4-9	Pos. 9 – statisches System.....	..54
Abb. 4-10	Pos. 10 – statisches System.....	..56
Abb. 4-11	Pos. 11 – statisches System.....	..58
Abb. 4-12	Pos. 12 – statisches System.....	..59
Abb. 4-13	Pos. 13 – statisches System.....	..60
Abb. 4-14	Pos. 14 – statisches System.....	..63

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1	Staudruck q [DIN 1055-5: 1986-08, Tab. 1].....	5
Tab. 2-2	Windgeschwindigkeiten, Geschwindigkeitsdrücke.....	6
Tab. 2-3	Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke [DIN 1055-5, Tab. 2]. ...	7
Tab. 2-4	Geländekategorien [DIN 1055-4, Tab. B.1].....	10
Tab. 2-5	Abgeminderter Geschwindigkeitsdruck [DIN 1055-4, Tab. 1]..	12
Tab. 2-6	Schneelasten auf einem Flachdach, nach Höhe über NN geordnet (Klammerwerte stehen für Schneelasten auf dem Boden).....	16
Tab. 4-1	Profilübersicht.....	66