Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Praktische Glasdimensionierung DIN 18008

– Wintergarten
– Terrassendach
– Fassade

Prof. Dr. Franz Feldmeier
Hochschule Rosenheim

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Historie

Dimensionierung - Nachweis
Beispiel Fassade

Einwirkungen
Beispiel Terrassendach

Vor-Dimensionierung
Beispiel Wintergarten

Werkstoff Glas

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Transparent

Spröde
- Statik
- Festigkeit
- Bemessung

Wärmeschutz
- Sommer
- Winter

Sicherheit

Schall

...

Glas bricht spröde !

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Glas als transparente Ausfachung
Traditionelles Sicherheitskonzept:

Glas darf brechen !

- **Begrenzung der Belastung**
  nur Eigengewicht und Wind
- **Begrenzung von Folgeschäden**
  nur Ausfachung
- **Einfacher Ersatz bzw. Austausch**

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Glas darf brechen ?

DIN 18056 : 1966 Fensterwände (zurückgezogen)

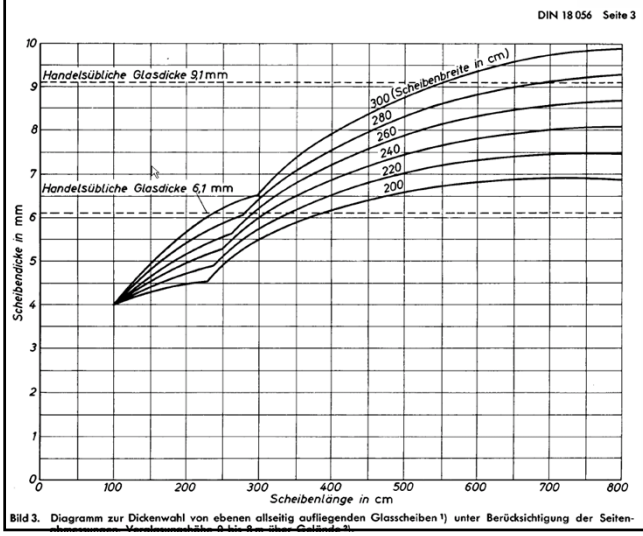
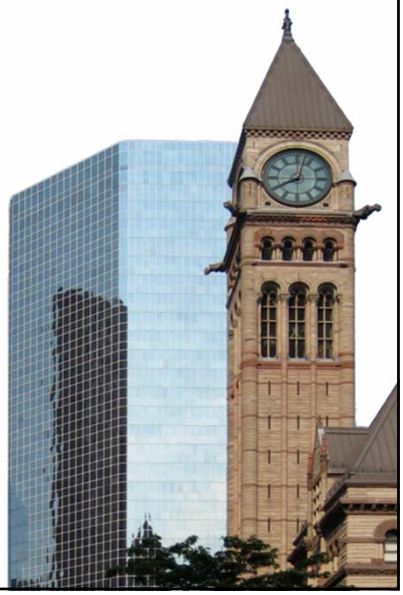


Bild 3. Diagramm zur Dickenwahl von ebenen allseitig aufliegenden Glasscheiben 1) unter Berücksichtigung der Seiten-

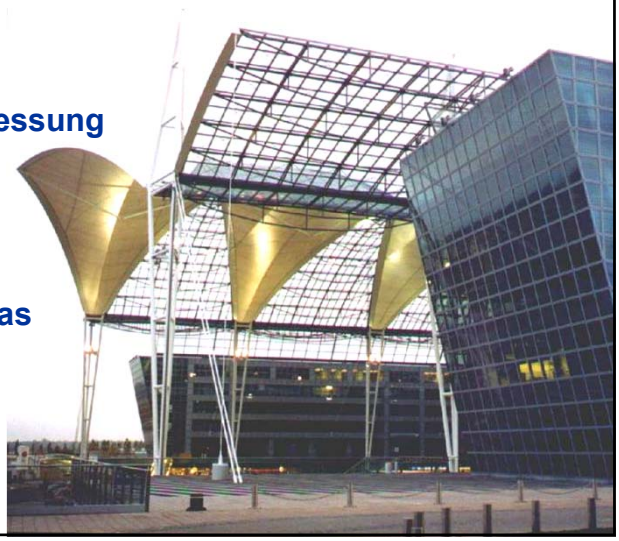


Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Glas darf nicht brechen!
Glas bricht spröde !

Sicherheitskonzept ?
Festigkeit ?

- **Ingenieurgemäße Bemessung**
  incl. Materialwerte
- **vorgespanntes Glas**
  ESG (TVG)
  Biegefestigkeit
- **Verbund(sicherheits)glas**
  VSG
  Resttragfähigkeit



Regelwerke

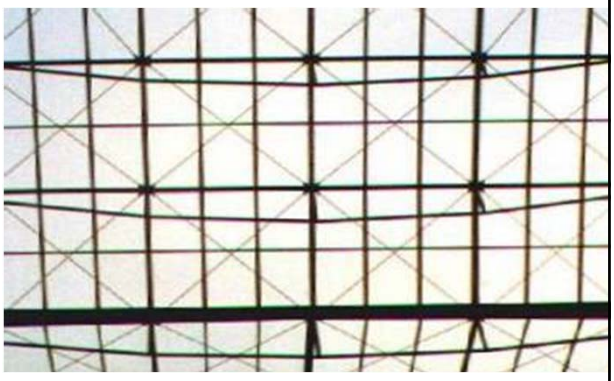
Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

TRLV 1998 Technische Regeln für die Verwendung von **linienförmig gelagerten** Verglasungen

Fassung 2006

Zulässige Biegezugspannung (Float) **18 MPa**

„Überkopfverglasung“
Resttragfähigkeit
VSG



Regelwerke

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

TRAV 2003 Technische Regeln für die Verwendung von **absturzsichernden** Verglasungen

Zulässige Glasprodukte
VSG – ESG

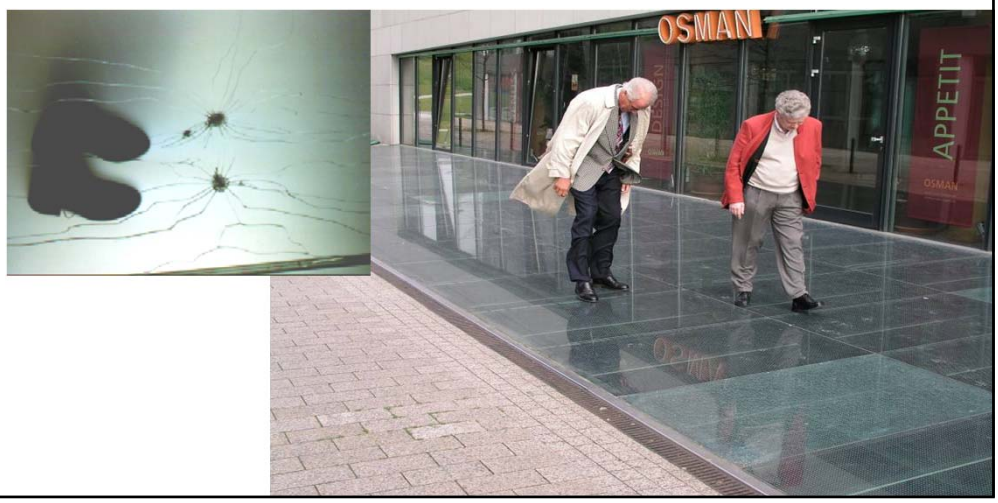
Statische Belastung
Holmlast

Dynamische Belastung
Pendelschlag

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Regelwerke

Anforderungen an **begehbare** Verglasungen;
Empfehlungen für das Zustimmungsverfahren



Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Regelwerke

Anforderungen an für **Reinigungs- und Wartungsmaßnahmen**
betretbare Verglasungen

GS-Bau 18 Grundsätze für die Prüfung der Arbeitssicherheit

– Ausgabe – Februar 2001

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Regelwerke

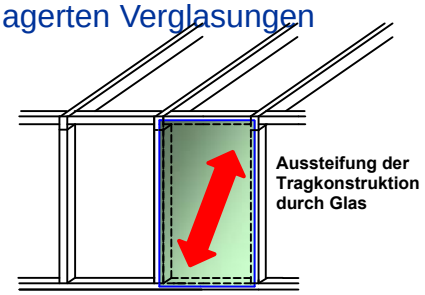
TRPV 2006

Technische Regeln für die Verwendung von **punktförmig** gelagerten Verglasungen

DIN ?

EN ?

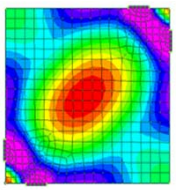
ISO ?



Lastabtragende Konstruktionen

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung **abZ**

Zustimmung im Einzelfall an **ZiE**

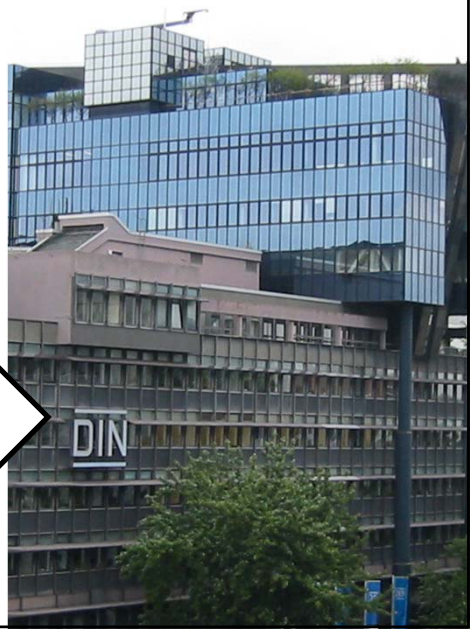


Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

2004 - 2010

DIBt - Technische Regeln

➔ DIN 18008



Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

DIBT SVA Glas	➔ **NA 005-09-25 AA**
Technische Regeln	➔ **DIN 18008** **2010-12**
TRLV	➔ **Teil 1** Grundlagen ➔ **Teil 2** Linienförmig gelagert **2013-07**
TRPV	➔ **Teil 3** Punktförmig gelagert
TRAV	➔ **Teil 4** Absturzsichernd
Zustimmung im Einzelfall	➔ **Teil 5** begehbar ***Teil 6*** *betretbar (in Arbeit)*

➔ Alle wesentlichen Anforderungen und Regelungen der TR wurden **beibehalten**!

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

DIN 18008 - 4: 2013-07
Teil 4: **Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen**

1 Anwendungsbereich
4 Bauprodukte
5 Anwendungsbedingungen
6 Einwirkungen und Nachweise
6.1 Grenzzustände für statische Einwirkungen (Holm-Last)
6.2 Grenzzustände für stoßartige Einwirkungen (Pendelschlag)

alles wie TRAV bisher!

Anhang A
Nachweis der Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit durch Bauteilversuche

Anhang B
Konstruktionen, deren Stoßsicherheit und Resttragfähigkeit durch Versuche bereits erbracht ist

DIN 18008 - 4: Absturzsichernde Verglasung

Hochschule **Rosenheim**
University of Applied Sciences

NEU Anhang C

Nachweis der Stoßsicherheit von Glasaufbauten durch **Berechnung**

C.2 Vereinfachtes Nachweisverfahren: Statische Ersatzlast

C.3 Dynamisch transiente **Simulation** des Stoßvorganges

➔

Versuch
kann durch
Berechnung ersetzt
werden

C.3.2.3 Verifizierung für Stoß gegen eine vierseitig linienförmig gelagerte Platte

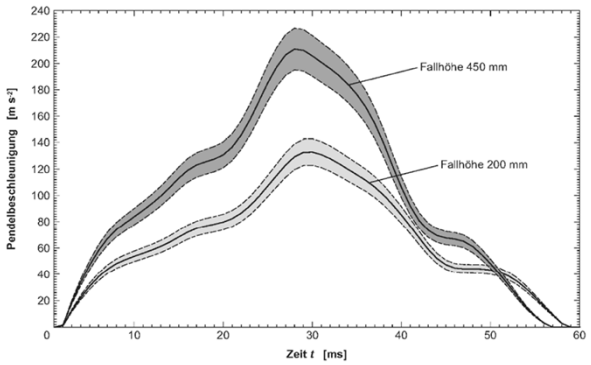


Bild C.2 — Beschleunigungs-Zeitverlauf des Pendelkörpers bei Stoß in Plattenmitte gegen eine vierseitig gelagerte Platte der Abmessungen 876 mm × 1 938 mm, Glasdicke t = 8 mm

Hochschule **Rosenheim**
University of Applied Sciences

Historie

Dimensionierung - Nachweis
Beispiel Fassade

Einwirkungen
Beispiel Terrassendach

Vor-Dimensionierung
Beispiel Wintergarten

Der statische Nachweis – Ein Arbeitsplan

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

1. Beschreibung des Systems
- Geometrie: Scheibenaufbau, Abmessungen und Lagerung
- Material: Beschreibung, Festigkeit
- Gebäude und Einbaubedingung

2. Bestimmung aller Einwirkungen (Lastannahmen)
- Wind, Schnee, Eigengewicht, Holmlast, Anprall, Klimalasten, ...
- Definition der Lastfallkombinationen und Lastverteilung

3. Berechnung der Auswirkung
- Verformung und Biegespannung

4. Nachweis
- Tragfähigkeit – Tragwiederstand (Kriterium: Biegespannung)
- Gebrauchstauglichkeit – (Kriterium: Verformung)

5. Konstruktive Durchbildung

Der statische Nachweis – Ein Beispiel

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Geometrie**: 4-16-4** Float**; 1600 x 1600** mm² vierseitig; vertikal
Lastannahmen: Winddruck **0,8 kN/m²;** Klimalast **16 kPa**

TRLV 2014

LF1 Einwirkung Wind 0,8 kN/m²

➔ Spannung **17,4** kN/mm² ✓

zulässige Spannung **18,0** kN/mm²

viel zu kompliziert?
nicht praxisgerecht?
➔Bemessungsdiagramme

LF2 Einwirkung Wind + Klima

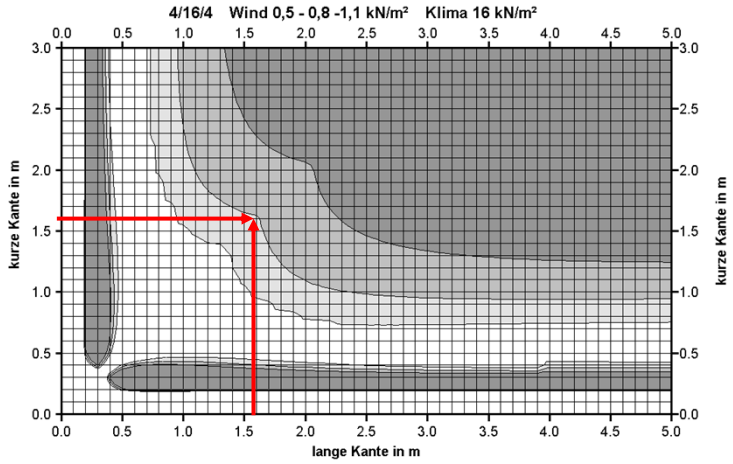
➔ Spannung **19,5** kN/mm² ✓

zulässige Spannung **18,0** kN/mm² **+15%**

Konstruktion
Glaseinstand 15mm ✓

TRLV

(Vor)Bemessungsdiagramme – der **einfache** Weg



Stand der Technik 1998: TRLV

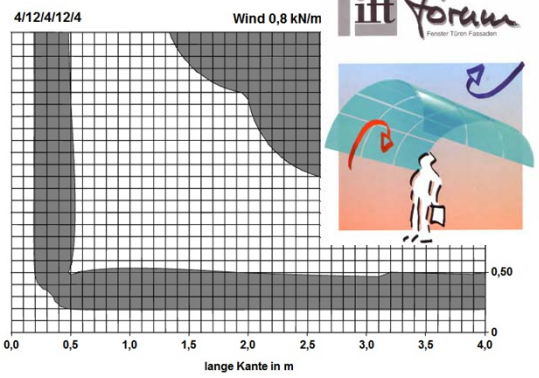
Lastannahmen: DIN 1055-4 : **1986** Windlasten
DIN 1055-5 : **1975** Schneelasten
bei Isolierglas: Klimalasten „Sommer“ – „Winter“
Kombinationsregeln: Wind + 0,5×Schnee + Klima
➔ viele Lastfälle

Nachweis: „Sigma-zulässig“

viel zu kompliziert!

➔ Bemessungsdiagramme
ift Forum 1997 – 1999
Hadamar Nr. 2 **2001**

➔ **Software**



Nachweis nach DIN 18008
- Was hat sich geändert?

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Stand der Technik 2005: TRLV 1998

Lastannahmen:
DIN 1055-4 : **2005** Windlasten
DIN 1055-5 : **2005** Schneelasten
bei Isolierglas: Klimalasten

Standsicherheitsnachweis: Zulässige Spannung

$\sigma_{vorhanden} \leq \sigma_{zulässig}$

Float: σ_{zul} **= 18 (12) N/mm²**

Stand der Technik 2015: DIN 18008

Lastannahmen:
DIN 1991-1-4 : **2010** Windlasten
DIN 1991-1-3 : **2010** Schneelasten
bei Isolierglas: Klimalasten

Grenzzustand der Tragfähigkeit DIN EN 1990 (GZT):
Methode der Teilsicherheitsbeiwerte

$E_d \leq R_d$

E_d Bemessungswert Beanspruchung
R_d Bemessungswert Tragwiderstand.

Der statische Nachweis – Ein Beispiel

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Geometrie: **4-16-4** Float; **1600 x 1600 mm²** vierseitig vertikal
Lastannahmen: Wind **0,8 kN/m²**; Klimalast **16 kPa**

TRLV 2014

LF1 Einwirkung Wind

➔ Spannung **17,4** kN/mm² ✓
zulässige Spannung **18,0** kN/mm²

LF2 Einwirkung Wind + Klima

➔ Spannung **19,5** kN/mm² ✓
zulässige Spannung **20,7** kN/mm²

DIN 18008 2015

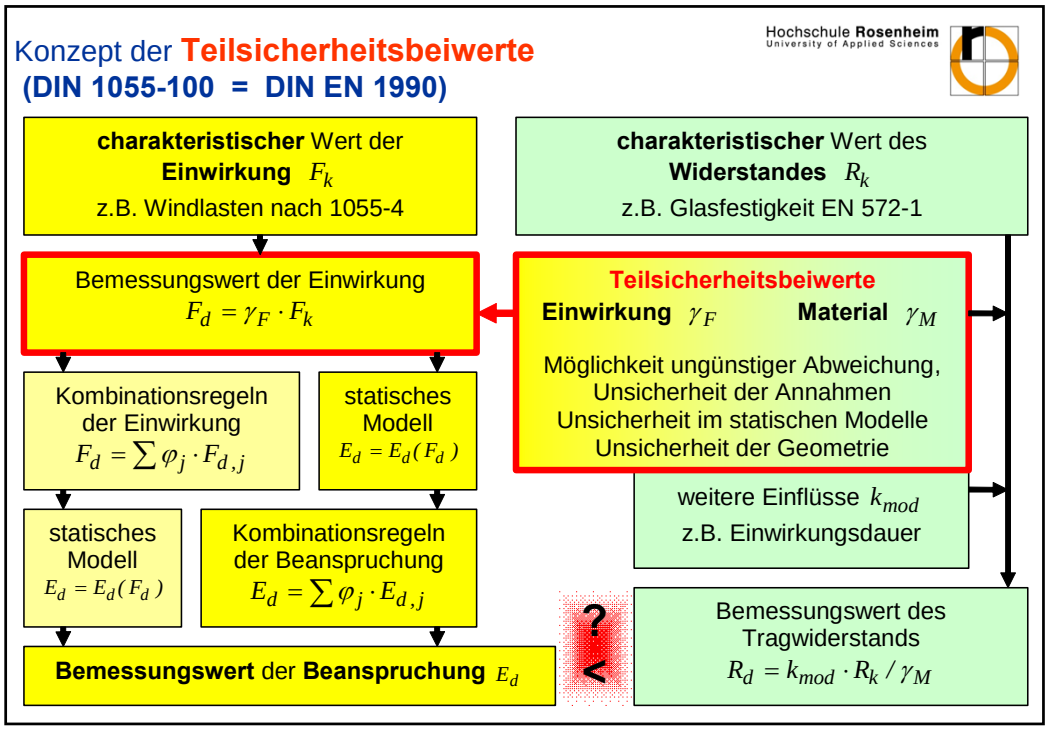
LF1 Einwirkung Wind **x 1,5**

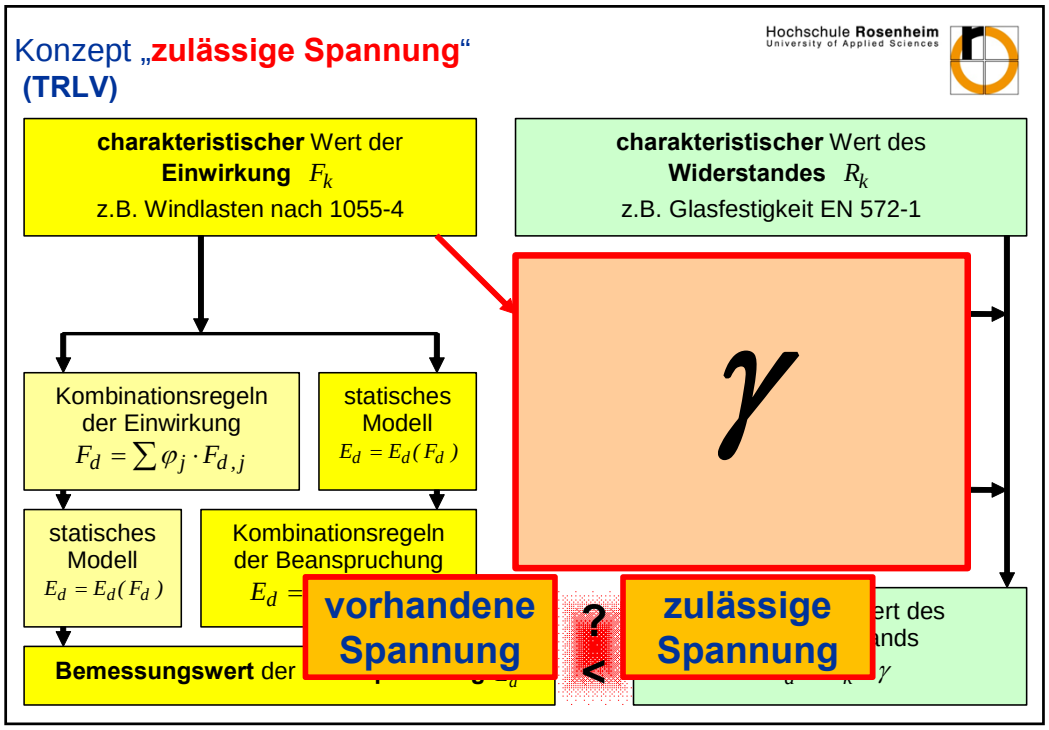
➔ Spannung **26,2** kN/mm² ✓
Tragwiderstand 31,5 kN/mm²

LF2 Wind **x 1,5** + Klima **x 1,5 x** ψ

➔ Spannung **28,3** kN/mm² ✓
Tragwiderstand 31,5 kN/mm²

➔ **Ergebnis:** keine wesentliche Änderung


Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte
(DIN 1055-100 = DIN EN 1990)
Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences
charakteristischer Wert der Einwirkung F_k
z.B. Windlasten nach 1055-4
charakteristischer Wert des Widerstandes R_k
z.B. Glasfestigkeit EN 572-1
Bemessungswert der Einwirkung
$F_d = \gamma_F \cdot F_k$
Teilsicherheitsbeiwerte
Einwirkung γ_F Material γ_M
Möglichkeit ungünstiger Abweichung,
Unsicherheit der Annahmen
Unsicherheit im statischen Modelle
Unsicherheit der Geometrie
Kombinationsregeln der Einwirkung
$F_d = \sum \varphi_j \cdot F_{d,j}$
statisches Modell
$E_d = E_d(F_d)$
weitere Einflüsse k_{mod}
z.B. Einwirkungsdauer
statisches Modell
$E_d = E_d(F_d)$
Kombinationsregeln der Beanspruchung
$E_d = \sum \varphi_j \cdot E_{d,j}$
?
<
Bemessungswert der Tragwiderstands
$R_d = k_{mod} \cdot R_k / \gamma_M$
Bemessungswert der Beanspruchung E_d


Konzept „zulässige Spannung“
(TRLV)
Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences
charakteristischer Wert der Einwirkung F_k
z.B. Windlasten nach 1055-4
charakteristischer Wert des Widerstandes R_k
z.B. Glasfestigkeit EN 572-1
γ
Kombinationsregeln der Einwirkung
$F_d = \sum \varphi_j \cdot F_{d,j}$
statisches Modell
$E_d = E_d(F_d)$
statisches Modell
$E_d = E_d(F_d)$
Kombinationsregeln der Beanspruchung
vorhandene Spannung
?
<
zulässige Spannung
Bemessungswert der

Stand der Technik 2015: DIN 18008

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Einwirkungen: DIN EN 1991-1 : **2010** Windlasten, Schneelast, ...
DIN 18008 Klimalasten (Wetter und Ortshöhe)
DIN 1990: **2010** Grundlagen Tragswerkplanung:

$$F_d = \sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j}\, G_{k,j} \oplus \gamma_P\, P \oplus \gamma_{Q,1}\, Q_{k,1} \oplus \sum_{i>1} \gamma_{Q,i}\, \psi_{0,i}\, Q_{k,i}$$

γ Teilsicherheitsbeiwert Last, ψ Kombinationsbeiwert

➔ sehr viele Lastfälle

Nachweis DIN EN 1990: **2010**

Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT): $E_d \leq R_d$

Auswirkung (Biegespannung) : $E_d = E_d(F_d)$

Tragwiderstand: DIN 18008:

$$R_d = \frac{k_{mod} \cdot k_c \cdot f_k}{\gamma_M}$$

Stand der Technik 2015: DIN 18008

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Tragwiderstand

8.3.7 Für Gläser ohne thermische Vorspannung:

$$R_d = \frac{k_{mod} \cdot k_c \cdot f_k}{\gamma_M}$$

Dabei ist

f_k charakteristische Wert der Biegezugfestigkeit (Float = 45 MPa)

γ_M = 1,8 Teilsicherheitsbeiwert (Material~)

k_{mod} Beiwert zur Berücksichtigung der **Lasteinwirkungsdauer**:

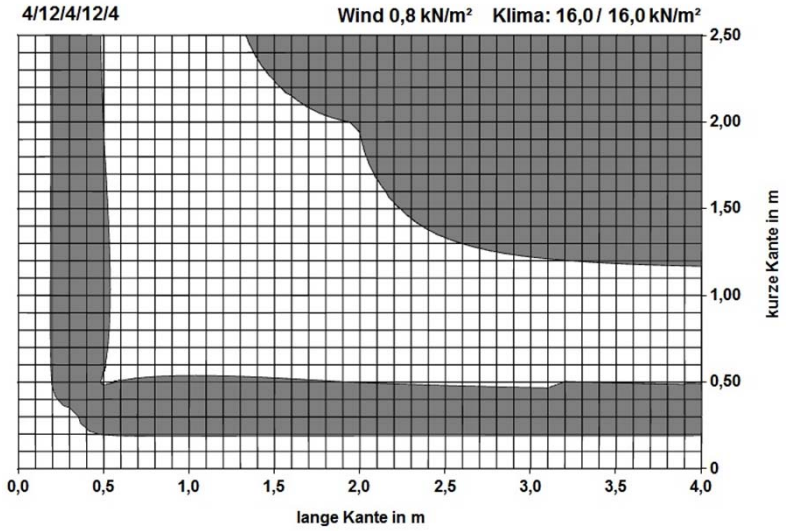
k_{mod} = 0,7 Einwirkungskombinationen mit kurzzeitigen Einwirkungen (Wind, Holmlast, etc.)

k_{mod} = 0,4 mittlerer Dauer (Schnee, Klimalast) ohne kurzzeitigen Einwirkungen

k_{mod} = 0,25 für ausschließlich Dauerlast (Ortshöhe!)

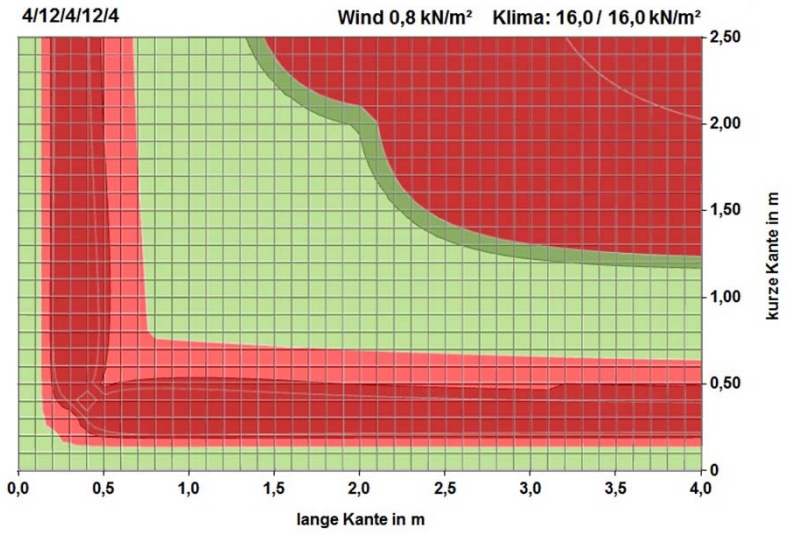
TRLV

Bemessungsdiagramme – der **einfache** Weg



DIN 18008

Bemessungsdiagramme – der **einfache** Weg

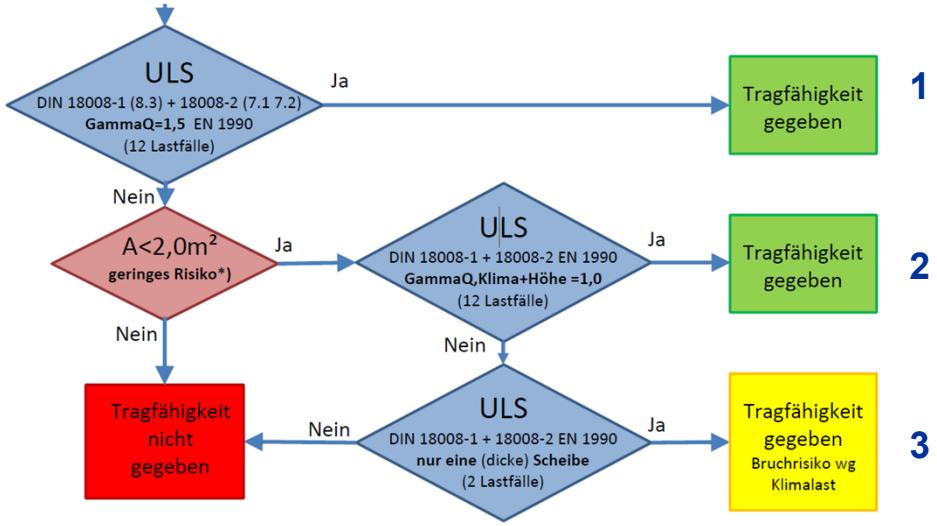


Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

30. Sep 2015

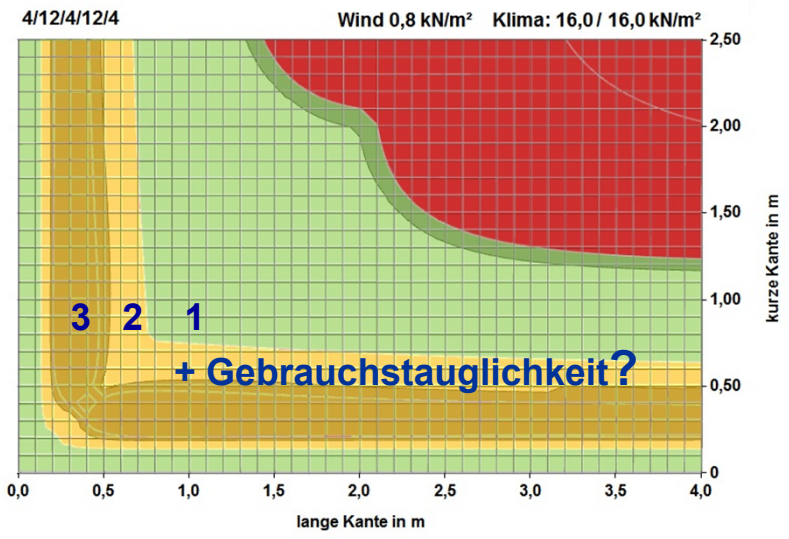
Überarbeitung 18008-1 und -2 beschlossen

Vorschlag: Nachweise nach DIN 18008-2 für vierseitig gelagerte Vertikalverglasung (nur Lasten Wind und Klima)



DIN 18008 - 2: 2016 ??

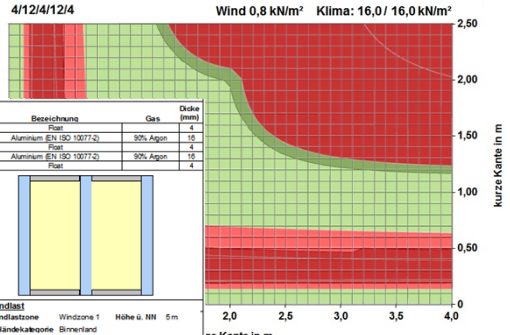
Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences



Hochschule **Rosenheim**
University of Applied Sciences

Die **Glasdimensionierung**
nach **DIN 18008** ist einfach umsetzbar
wie bisher!

- **Bemessungs-diagramme**
- **Software**



Aufbau

Nr.		Hersteller	Bezeichnung	Gas	Dicke (mm)
1	Scheibe aussen		Float		4
2	SZR1		Aluminium (EN ISO 10077-2)	90% Argon	16
3	Scheibe mitte		Float		4
4	SZR2		Aluminium (EN ISO 10077-2)	90% Argon	16
5	Scheibe innen		Float		4

h = 1500
b = 1000

Eigengewicht Gesamtgewicht 45,00 kg
cos(45,0°) = 0,71

	oben / aussen	mitte	unten / innen
Eigengewicht	0,10 kN/m²	0,10 kN/m²	0,10 kN/m²
wirksam	0,07 kN/m²	0,07 kN/m²	0,07 kN/m²

Windlast
Windzone 1 Höhe ü. NN 5m
Geländekategorie Binnenland

	Last aussen	Last innen
Lastfall: Druck	0,46 kN/m²	0,00 kN/m²
Lastfall: Sog	-0,66 kN/m²	0,00 kN/m²

Klimalast

	SZR1	SZR2	isochorer Druck
Sommer	20 K	20 K	-20 hPa
Winter	-25 K	-25 K	40 hPa
Last Sommer	8,80 kN/m²	8,80 kN/m²	
Last Winter	-12,50 kN/m²	-12,50 kN/m²	

Ortshöhen

	Einbau	Produktion	Last
Lastfall höher	-	-	7,20 kN/m²
Lastfall tiefer	-	-	-3,60 kN/m²

Schneelast
cos²(45,0°) = 0,50 si = μ1 * sk
wirksame Schneelastkomponente 0,00 kN/m²
Schneelastzone Schneelastzone 2
Höhe ü. NN 5m
wirkende Schneelastkomponente=Regelschneelast * Abminderungswert * cos²(Einbauwinkel)

Nachweis OK (max. Ausnutzung: 89,07%)
max. Sehnenverkürzung 0,22 mm (Lastfall 7)

Hochschule **Rosenheim**
University of Applied Sciences

Historie

Dimensionierung - Nachweis
Beispiel Fassade

Einwirkungen
Beispiel Terrassendach

Vor-Dimensionierung
Beispiel Wintergarten

Wind

DEUTSCHE NORM

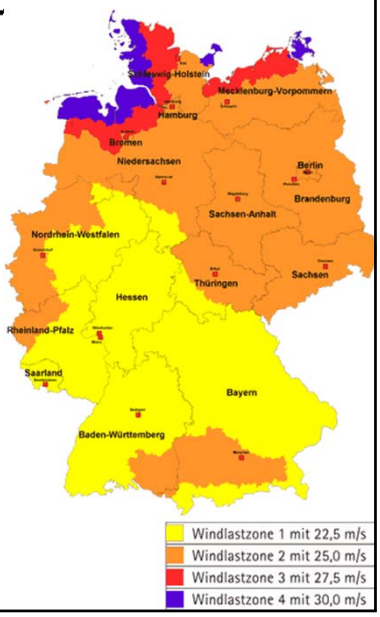
DIN EN 1991-1-4/NA

Nationaler Anhang –

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

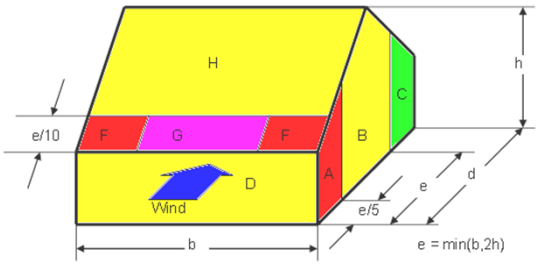
Tabelle NA.B.3 – Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke

Windzone		Geschwindigkeitsdruck q_p in kN/m²
		$h \leq 10$m
1	Binnenland	0,50
2	Binnenland	0,65
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85
3	Binnenland	0,80
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05
4	Binnenland	0,95
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25
	Inseln der Nordsee	1,40



Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Wind
Wand



Aerodynamischer Beiwert

$C_{p,1}$

Gebäudegeometrie

Gebäudeteilfläche

stark differenziert

Tabelle NA.1 — Außendruckbeiwerte für vertikale Wände rechteckiger Gebäude

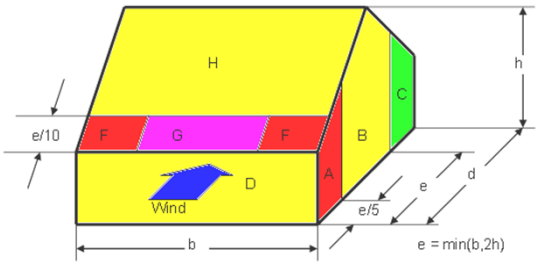
Bereich	A		B		C		D	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
1	−1,2	−1,4	−0,8	−1,1	−0,5		+0,8	+1,0
≤ 0,25	−1,2	−1,4	−0,8	−1,1	−0,5		+0,7	+1,0

Winddruck 0,8 ... 1,3 kN/m²

Windsog 1,1 ... 1,9 kN/m²

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Wind
Dach



Aerodynamischer Beiwert

$C_{p,1}$ ... $C_{p,10}$

Gebäudegeometrie

Gebäudeteilfläche

stark differenziert

Tabelle 7.2 Empfohlene Werte für Außendruckbeiwerte für Flachdächer

Dachtyp	Bereich					
	F		G		H	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
scharfkantiger Traufbereich	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2

Windsog

1,9 ... 3,3 kN/m²

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Schnee

DEUTSCHE NORM — Dezember 2010

DIN EN 1991-1-3 — DIN

mit DIN EN 1991-1-3/NA:2010-12 Ersatz für DIN 1055-5

Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke –
Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten

Gesamtumfang 46 Seiten

DEUTSCHE NORM — Dezember 2010

DIN EN 1991-1-3/NA — DIN

Mit DIN EN 1991-1-3:2010-12
Ersatz für
DIN 1055-5:2005-07

Nationaler Anhang –

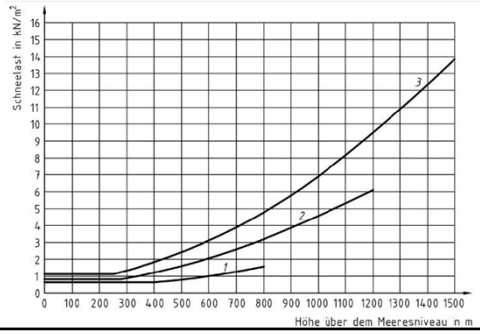
Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

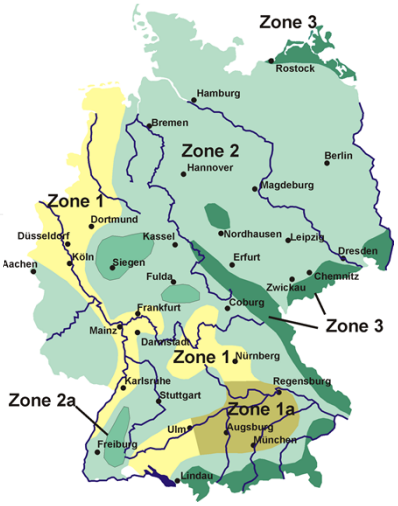
DIN 1991-1-3 Schneelasten
2010-12

$$s = \mu \cdot s_k$$

Charakteristische Wert: s_k

Schneelast am Boden
- Schneelastzonen
- Höhe über Meeresniveau (=NN)





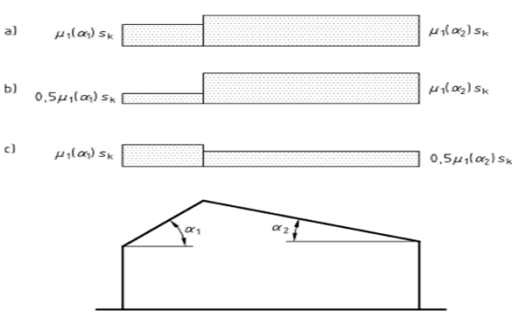
Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

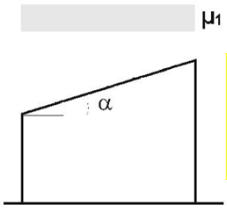
DIN 1991-1-3 Schneelasten
2010-12

$$s = \mu \cdot s_k$$

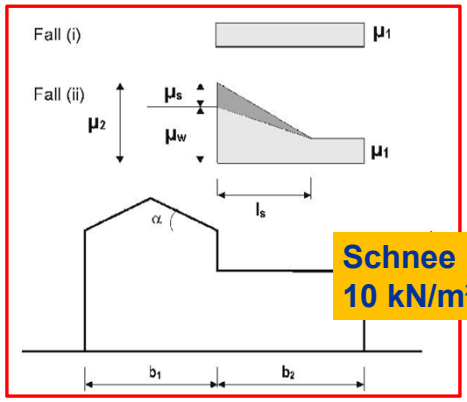
Formbeiwert: μ

Gebäude-Geometrie
Dach-Teilfläche





Schnee 0,8 ... 3 kN/m²



Schnee 10 kN/m²

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Druckdifferenz bei MIG : DIN 18008-1

Tabelle 3 — Einwirkungskombinationen

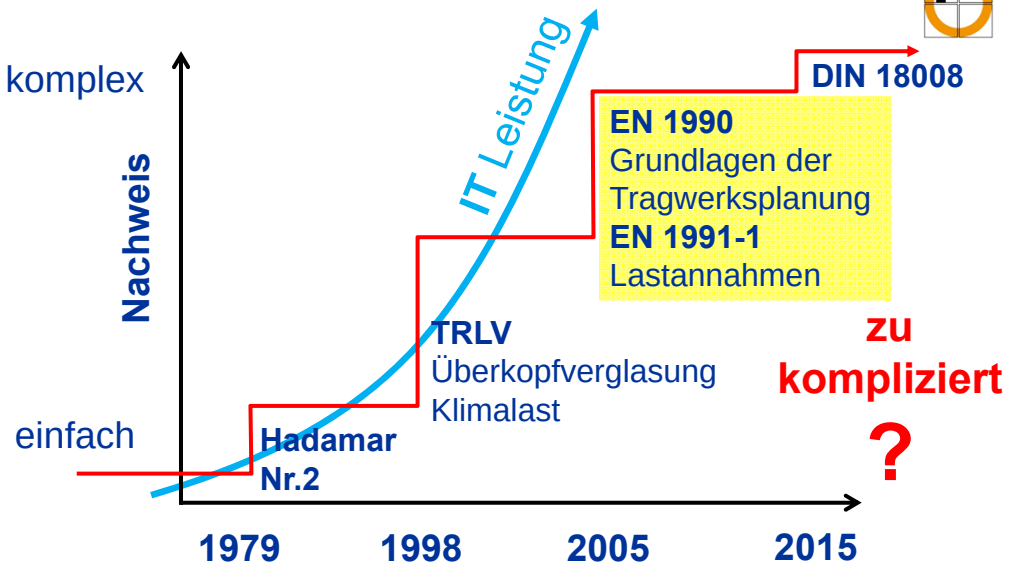
Einwirkungs-kombination	Temperaturdifferenz ΔT K	Änderung des atmosphärischen Drucks Δp_{met} kN/m²	Ortshöhen-differenz ΔH m
„Sommer“	+ 20	– 2,0	+ 600
„Winter“	– 25	+ 4,0	- 300

Tabelle 4 — Berücksichtigung besonderer Temperaturbedingungen am Einbauort

Einwirkungskombination	Ursache für erhöhte Temperaturdifferenz	ΔT_{add} K
„Sommer“	Absorption zwischen 30 % und 50 %	+ 9
	innenliegender Sonnenschutz (ventiliert)	+ 9
	Absorption größer 50 %	+ 18
	innenliegender Sonnenschutz (nicht ventiliert)	+ 18
	dahinterliegende Wärmedämmung (Paneel)	+ 35
„Winter“	unbeheiztes Gebäude	– 12

Klima
φ·16 kN/m²

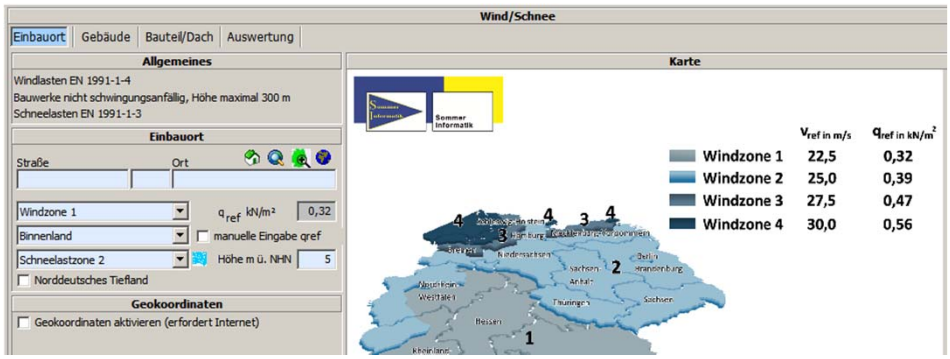
Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences



Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Lastannahmen EN 1991-1-x
mit **Programmunterstützung**

- **Software**



Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Historie

Dimensionierung - Nachweis
Beispiel Fassade

Einwirkungen
Beispiel Terrassendach

Vor-Dimensionierung
Beispiel Wintergarten

Bemessung DIN 18008

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

DEUTSCHE NORM Dezember 2010

DIN 18008-1

DIN

Glas im Bauwesen –
Bemessungs- und Konstruktionsregeln –
Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen

DEUTSCHE NORM Dezember 2010

DIN 18008-2

DIN

Glas im Bauwesen –
Bemessungs- und Konstruktionsregeln –
Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen

Bemessung DIN 18008

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

DEUTSCHE NORM Juli 2013

DIN 18008-3

DIN

ICS 81.040.20

Glas im Bauwesen –
Bemessungs- und Konstruktionsregeln –
Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen

Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen
Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen
Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen
Teil 6: Zusatzanforderungen an zu Reinigungs- und Wartungsmaßnahmen betretbare Verglasungen
Teil 7: Sonderkonstruktionen

Sichere Seite ?

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

I.	**Viel Wind:**	**3,9 kN/m²** Windsog	**1,5 kN/m²** Schnee
II.	**Viel Schnee:**	**2,7 kN/m²** Windsog	**3,5 kN/m²** Schnee

ohne Anwehen, Abgleiten

oben **8 mm ESG** - unten **2 x 6 mm VSG** Float
ist (meist?) ausreichend

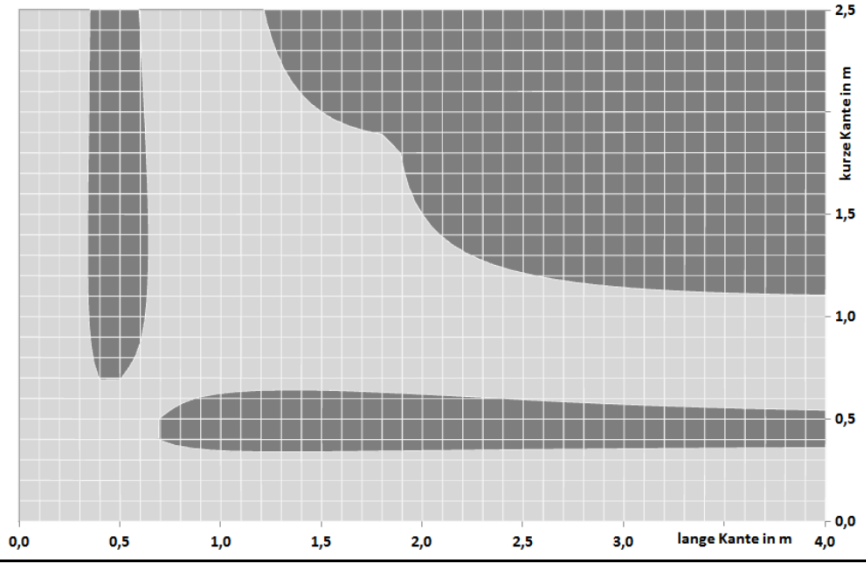
ausreichend ?

- **Statisch**
- **Wirtschaftlich**

Sichere Seite ?

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

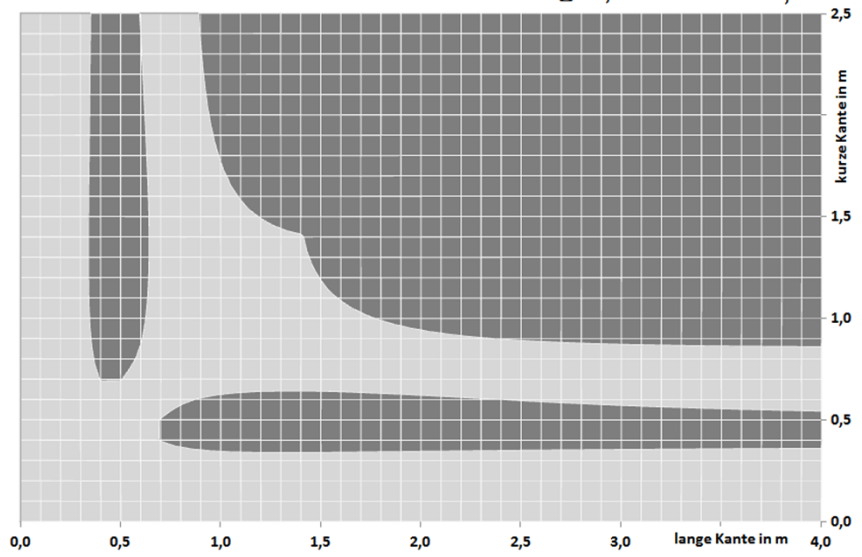
8 ESG - 16 - 66.2 VSG horizontal Windsog 3,9 Schnee 1,5 kN/m²



Hochschule **Rosenheim**
University of Applied Sciences

Sichere Seite ?

8 ESG - 16 - 66.2 VSG horizontal Windsog 2,7 Schnee 3,5 kN/m²

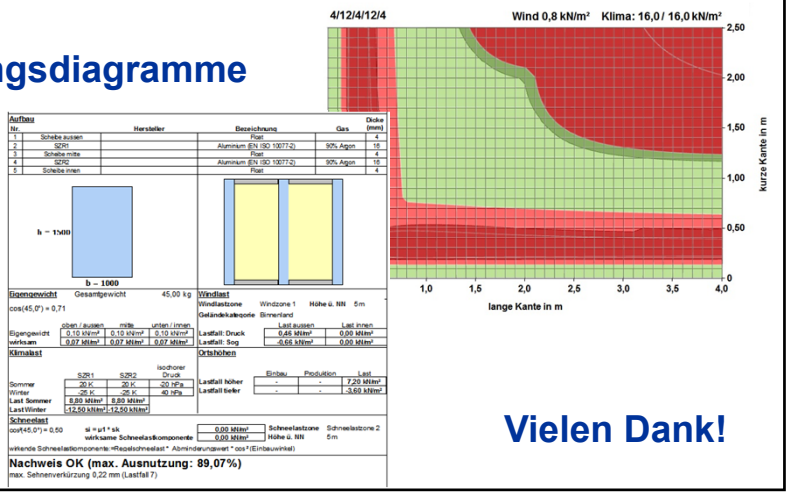


Hochschule **Rosenheim**
University of Applied Sciences

Die **Glasdimensionierung** nach **DIN 18008** ist umsetzbar!

Praktisch? ➔ so „einfach“ wie bisher

- **Bemessungsdiagramme**
- **Software**



Aufbau

Nr.	Hersteller	Bezeichnung	Gas	Dicke (mm)
1	Scheibe aussen	Float		4
2	SZR1	Aluminium (EN ISO 10077-2)	90% Argon	16
3	Scheibe mitte	Float		4
4	SZR2	Aluminium (EN ISO 10077-2)	90% Argon	16
5	Scheibe innen	Float		4

h = 1500
b = 1000

Eigengewicht — Gesamtgewicht 45,00 kg
cos(45,0°) = 0,71

	oben / aussen	mitte	unten / innen
Eigengewicht	0,10 kN/m²	0,10 kN/m²	0,10 kN/m²
wirksam	0,07 kN/m²	0,07 kN/m²	0,07 kN/m²

Windlast

	Last aussen	Last innen
Lastfall: Druck	0,65 kN/m²	0,00 kN/m²
Lastfall: Sog	-0,65 kN/m²	0,00 kN/m²

Windlastzone: Windzone 1 — Höhe ü. NN: 5m
Geländekategorie: Binnenland

Klimalast

	SZR1	SZR2	isochorer Druck
Sommer	20 K	20 K	20 hPa
Winter	-26 K	-26 K	40 hPa
Last Sommer	8,80 kN/m²	8,80 kN/m²	
Last Winter	-12,50 kN/m²	-12,50 kN/m²	

Ortshöhen

	Einbau	Produktion	Last
Lastfall höher	-	-	7,20 kN/m²
Lastfall tiefer	-	-	-3,60 kN/m²

Schneelast
cos²(45,0°) = 0,50 — si = μ1 * sk — wirksame Schneelastkomponente: 0,00 kN/m² — Schneelastzone: Schneelastzone 2 — Höhe ü. NN: 5m
wirkende Schneelastkomponente =Repräsch*cos²(Einbauwinkel)

Nachweis OK (max. Ausnutzung: 89,07%)
max. Sehnenverkürzung 0,22 mm (Lastfall 7)

Vielen Dank!