

UNTERLAGSBÖDEN AUF TRITTSCHALLDÄMMUNG

ZUERST LESEN!

Energetisch motivierte, zunehmend stärkere Dämmungen von schwimmenden Unterlagsböden über offenen (Auto -) Unterständen, teilbeheizten Untergeschossen, unbeheizten Kellerräumen, etc. sind stark im Trend. Wenn hierbei auch, oder ausschliesslich „weiche“ Trittschall – Dämmstoffe eingebaut werden sollen, stellt sich für den darüberliegenden Unterlagsboden (UB) eine gewisse statische Bemessungsproblematik.

Die vorliegende Abhandlung gibt nebst den entsprechenden Erwägungen auf knapp 60 Seiten resp. 160 Tabellen Auskunft über die je nach normativer Standlast (2kN, 4 kN), Art und Qualität des UB (16 Variationen) sowie je nach Dämmstoff – Kombination (5 Variationen) erforderliche Minimalstärke des Unterlagsbodens.

Es handelt sich um die Verbreitung einer Auftragsarbeit für den Einsatz von Glasfaser – Dämmstoffen. Dementsprechend können die Angaben nur bedingt und auf eigene Verantwortung für andere Trittschall – Applikationen (Bez.: „Alternative“) herangezogen werden.

Die folgenden Grundregeln mögen hierbei als Hilfestellung dienen:

- Ist bei gleicher (Gesamt -) Dämmstärke der $\langle E - \text{Modul Dämmstoff} \rangle$ der „Alternative“ kleiner als der Vergleichswert laut Tabelle und letzterer aus der Biegezugspannung bestimmt, so gilt für die „Alternative“ mindestens die tabellierte (fett gedruckte) Mindeststärke des UB.
- Ist bei gleicher (Gesamt -) Dämmstärke der $\langle E - \text{Modul Dämmstoff} \rangle$ der „Alternative“ grösser als der Vergleichswert laut Tabelle, und letzterer aus der Druckspannung bestimmt, so gilt auch hier für die „Alternative“ mindestens die tabellierte (fett gedruckte) Mindeststärke.
- In den beiden anderen Fällen:
 - „Alternative“ mit grösserem $\langle E - \text{Modul Dämmstoff} \rangle$ als beim Vergleichswert und letzterer aus der Biegezugspannung bestimmt, oder
 - „Alternative“ mit kleinerem $\langle E - \text{Modul Dämmstoff} \rangle$ als beim Vergleichswert und letzterer aus der Druckspannung bestimmt,

kann sich das massgebende Bemessungskriterium ändern (von Druckspannung auf Biegezugspannung, resp. umgekehrt), so dass hier eine Neuberechnung der minimalen UB – Stärke mittels der spezifischen Kennwerte der „Alternative“ unumgänglich ist.

UNTERLAGSBÖDEN AUF ISOVER – TRITTSCHALLDÄMMUNGEN

zweite, erweiterte Auflage 2010

- **Problemstellung**
 - **Erwägungen und Festlegungen**
 - **ERGEBNISSE UND KOMMENTAR**
-
- **Bemessungsansätze und Beilagen**

ERGÄNZUNGEN SEIT JULI 2012 SIEHE AUCH:

- **RECHENPROGRAMM FÜR INDIVIDUELLE NACHWEISE, LINK:**

http://www.oekopriority.com/upload/download/Schwimmende_Estriche_UB_Tragslastnachweis_1_von_2.pdf

- **ERGÄNZENDE INFORMATIONEN UND ERWÄGUNGEN, LINK:**

http://www.oekopriority.com/upload/download/Schwimmende_Estriche_UB_Tragslastnachweis_2_von_2.pdf

1. Problemstellung:

Die Ausbildung von Unterlagsböden (UB) auf Mineralfaser – Dämmung ist in den Grundzügen nach Norm SIA 251 <Schwimmende Estriche im Innenbereich> vorzunehmen. Für die definierten Beanspruchungskategorien A – D laut dieser Norm sind die einwirkenden Nennlasten (q_k , Q_k), aber auch die Minimalstärken der Estrichböden in Abhängigkeit der Dämmstoff – Kenngrösse [$d_L - d_B$] festgelegt. Aus dem präzisierenden Abschnitt 4.2 <Dämmschichten> geht dazu hervor, dass das fragliche Kriterium [$d_L - d_B$] nur auf Dämmschichten anzuwenden ist, deren normative Druckspannung σ_{10} den Wert 0.03 N/mm^2 unterschreitet. Andernfalls sind die unter Ziffer 4.2.2 im Detail stipulierten Begrenzungen für [$d_L - d_B$] materialspezifisch ohne Relevanz. Das nach der Prüfnorm SN EN 12431 zu ermittelnde Mass [$d_L - d_B$] bezieht sich also lediglich auf sogenannte Trittschalldämmung (TSD), nicht aber auf Dämmschichten mit $\sigma_{10} \geq 0.03 \text{ N/mm}^2$. Nun ist aber für TSD der maximal zulässige Prüfwert [$d_L - d_B$] laut Ziffer 4.2.2.2 unabhängig aller Nebenbedingungen auf 5.0 mm für Anwendungen mit Einzellast $Q_k = 2.0 \text{ kN}$, bzw. auf max. 3.0 mm bei Belastungen bis $Q_k = 4.0 \text{ kN}$ festgelegt. Der obere der beiden „Laborwerte“ (5.0 mm) korrespondiert damit (zufälligerweise?) mit dem entsprechenden Grenzwert für wärmegeämmte <Abdichtungen von Hochbauten> laut Norm SIA 271.

Die normative Festlegung <max. 5mm, resp. max. 3.0 mm> ist daher so zu interpretieren, dass (mineralfaser –) gedämmte Unterlagsböden von beliebiger Dämmdicke und – Kombination (TSD + WD) unter einwirkender Nennlast (Q_k) resp. daraus resultierender Maximalspannung σ_{vorh} . (je nach Lastverteilung des UB) diesen Grenzwert „im Belagssystem“ nicht überschreiten sollen. Aus dem materialspezifischen Prüfgrenzwert für [$d_L - d_B$] wird somit ein baupraktischer Systemgrenzwert für die Einfederung (s).

Im Auftrag der Firma ISOVER SA soll im folgenden berechnet werden, welche Stärke (d_{UB}) für verschiedene Unterlagsböden laut Norm SIA 251/Tabellen 3 bis 7 in Abhängigkeit variiertes Dämmstoffkombinationen und – Schichtstärken jeweils erforderlich ist, um – unter Einhaltung der zulässigen Druckspannung im Dämmstoff – sowohl den Grenzwert der Einfederung s ($\leq 5.0 \text{ mm}$ resp. $\leq 3.0 \text{ mm}$, je nach Lastfall), als auch eine erlaubte Biegezugspannung (σ_{bz}) im UB einzuhalten. Zu berücksichtigen sind folgende Dämmschichten:

A) ISOVER LURO 814, mit $d = (60+60), (60+80), (80+80), (60+60+60), (60+60+80), (60+80+80)$

B) ISOVER ISOCALOR + LURO 814, mit $d = (43+80), (22+60+60), (22+60+80), (22+80+80)$

C) ISOVER PS81, mit $d = (20 + 20)$

D) ISOVER ISOCALOR + PS81, mit $d = (22+20)$

E) ISOVER PS81+ LURO 814, mit $d = (30+80), (30+60+60), (30+60+80), (30+80+80)$

Diese Dämmstoff – Kombinationen sind unter den folgenden Unterlagsböden (Norm SIA 251, Tabellen 3 bis 7) anzuordnen:

Bezeichnung	Unterlagsboden (Typ)				
Tab. (röm) I. : Zementestrich (CT) (Norm SIA 251: Tab. 3)		C20 – F4	C30 – F5		
Tab. (röm) II. : Zementfliesestrich (CTF) (Norm SIA 251: Tab. 4)		C20 – F4	C30 – F5	C35 – F7	
Tab. (röm) III. : Calziumsulfatfliesestrich (CAF) (Norm SIA 251: Tab. 6)		C25 – F5	C30 – F6	C35 – F7	
Tab. (röm) IV. : Calziumsulfatestrich (CA) (Norm SIA 251: Tab. 5)	C16 – F3	C20 – F4	C30 – F5		
Tab. (röm) V. : Kunstharzestrich (SR) (Norm SIA 251: Tab. 7)	C20 – F7	C30 – F10	C35 – F15	C40 – F20	C50 – F30

Zu erfassen sind die beiden Lastfälle $Q_k = 2\text{kN}$ und $Q_k = 4\text{kN}$. Es wird grundsätzlich mit homogenen, d.h. ungerissenen und unarmierten UB – Querschnitten gerechnet. Bezüglich der E – Moduli je nach UB siehe Ziffer 2.3.

2. Erwägungen und Festlegungen:

Die Wirkungsweise der geplanten Belagsaufbauten entspricht der sogenannten <Elastischen Bettung>. Die Bemessung erfolgt nach den Basisformeln laut *Westergaard*, bzw. nach den <Bemessungstabellen für elastisch auf Dämmstoffen gebettete Nutzbeläge und Fahrbahnplatten unter Lasten, Anhang> → ISBN 3-9520291-0-6 sowie dem hieraus entwickelten Internet – Onlineprogramm <Hallenböden>. Modellbeispiel unter <Bemessungsansätze und Beilagen>.

Gestützt auf Norm SIA 251, Fussnote Tabelle 1 wird hier der Lastfall „ Q_k am Rand“ (und nicht: „ Q_k in der Ecke“) als massgebend erachtet. Die Frage der Fugenteilung (Kreuzfugen ja / nein?) spielt damit für die Bemessung keine Rolle.

Falls die untersuchten Bodensysteme zusätzlich mit Bodenheizung versehen werden, sind die ermittelten UB – Dicken um deren Rohrdurchmesser zu erhöhen. Die vorliegenden Ergebnisse basieren somit auf „leitungsfreien“ Querschnitten.

Von zentraler Bedeutung für die Bemessung sind einerseits der Elastizitätsmodul der eingebrachten Bettungsschicht (Dämmung), ferner der Elastizitätsmodul des Unterlagsbodens, und natürlich auch dessen zulässige Biegezugspannung. Dabei stellt sich hier je ein „Problem“, welches besonderer Erwägungen bedarf:

2.1 Elastizitätsmodul der Glasfaserdämmung:

Im Gegensatz zu hart – spröden Dämmstoffen (Schaumglas) folgt die Glasfaser – Dämmung nicht dem Hookschen Gesetz, was bedeutet, dass der Steifemodul keinen Konstantwert bildet. Mit

zunehmender Druckspannung nimmt auch der E – Modul des Dämmstoffs zu. Ein entsprechender Wert aus Kurzzeitbelastung verändert sich zudem (abnehmend) in Funktion der zeitlichen Lasteinwirkung (→ Kriechen). Der massgebende E – Modul unter realer Lasteinwirkung ist also in doppelter Weise variabel. Die übliche Art der Bestimmung der Langzeit – E - Moduli setzt die Festlegung eines Zeithorizontes (oftmals 25 Jahre) voraus und ist in den verfügbaren EMPA – Prüfberichten (Beilagen) andeutungsweise dargestellt.

Ausgehend von den dort für 25 Jahre Lasteinwirkung angegebenen Totalverformungen (EMPA – Diagramme für Verformung X_1) für die Lastfälle aus 0.15 -, resp. 0.25 - resp. 0.35 mal σ_{10} , wird hier für den E – Modul – Eingabewert zuerst durch Interpolation der erwartete Wert X_1 aus der laut EMPA zulässigen Spannung σ_z bestimmt. Aus der Beziehung X_1 / Dämmdicke (EMPA - Prüfmuster) folgt dann die massgebende Langzeit – Stauchung (ε) unter zugelassener / herrschender Druckspannung (σ_z), und aus σ_z / ε schliesslich der gesuchte Langzeit - E – Modul.

(Siehe dazu auch: EMPA - Regression unter < Bemessungsansätze und Beilagen >)

Die entsprechenden Auswertungen haben ergeben:

Für LURO 814 ($\sigma_z \sim 0.01140 \text{ N/mm}^2$):	$\varepsilon \sim 0.0322 \rightarrow E \sim 0.0114 / 0.0322 \sim 0.355 \text{ N/mm}^2$
Für ISOCALOR ($\sigma_z \sim 0.0010 \text{ N/mm}^2$):	$\varepsilon \sim 0.0227 \rightarrow E \sim 0.0010 / 0.0227 \sim 0.045 \text{ N/mm}^2$
Für PS81 ($\sigma_z \sim 0.0025 \text{ N/mm}^2$):	$\varepsilon \sim 0.0425 \rightarrow E \sim 0.0025 / 0.0425 \sim 0.059 \text{ N/mm}^2$

Diese Werte werden für die Bemessung der erforderlichen UB – Stärke jener Varianten übernommen, welche einen homogenen Dämmquerschnitt (nur ein Produkt) aufweisen.

Bei kombiniertem Einbau (zwei verschiedene Produkte) stellt sich folgendes Problem:

Unabhängig der verschiedenen E – Moduli für die zwei Produkte resultiert im System unter Lasteinwirkung natürlich immer nur eine Druckspannung (einzig die Verformungsanteile sind verschieden). Da aber der E – Modul von der Höhe der Druckspannung beeinflusst wird, muss man sich zunächst auf eine einheitlich zulässige Pressung festlegen, um alsdann für die beiden Produkte daraus deren individuelle E – Moduli abzuleiten (Prinzip wie oben geschildert).

Nun stellt sich natürlich die Frage, ob bei der Kombination LURO + ISOCALOR mit dem zulässigen σ_z für die „härtere“ oder „weichere“ Qualität gerechnet werden soll. Wird das tiefere σ_z verwendet, kann das günstige Druckverhalten der LURO 814 nur unvollständig genutzt werden, was zu einer höheren UB – Platte gegenüber reiner LURO – Dämmung führt. Wird hingegen das σ_z von LURO 814 als Vorgabe verwendet, erfährt die „weiche“ ISOCALOR (unter identischer Pressung) eine spezifische Kompression, welche nicht mehr mit den Anforderungen an eine Trittschalldämmung vereinbar ist. Aus diesen Überlegungen ist es unvermeidlich, sich bei kombinierten Querschnitten auf die zulässige Druckspannung des „weicheren“ Materials auszurichten.

Für die Kombination LURO + ISOCALOR bedeutet dies für den E – Modul von LURO (aus EMPA – Diagramm abgeleitet):

ε_{LURO} unter $\sigma_z = 0.0010 \text{ N/mm}^2 \rightarrow 0.001 / 0.0404 \sim 2.47\%$ von $\sigma_{10 LURO} \rightarrow$ Interpolation Grafik:
 $\varepsilon_{LURO} \sim 0.01216 \rightarrow E_{LURO} = 0.0010 / 0.01216 \sim 0.0822 \text{ N/mm}^2$. In Kombination mit ISOCALOR ($\sigma_z = 0.0010 \text{ N/mm}^2$) ist also für $E_{LURO} = \underline{0.0822} \text{ N/mm}^2$ (statt 0.355 N/mm^2) zu verwenden.

Für die Kombination PS81 + ISOCALOR folgt sinngemäss:

ε_{PS81} unter $\sigma_z = 0.0010 \text{ N/mm}^2 \rightarrow 0.001 / 0.0080 \sim 12.5\%$ von $\sigma_{10 PS81} \rightarrow$ Interpolation Grafik:
 $\varepsilon_{PS81} \sim 0.01821 \rightarrow E_{PS81} = 0.0010 / 0.01821 \sim 0.055 \text{ N/mm}^2$. In Kombination mit ISOCALOR ($\sigma_z = 0.0010 \text{ N/mm}^2$) ist also für $E_{PS81} = \underline{0.055} \text{ N/mm}^2$ (statt 0.059 N/mm^2) zu verwenden.

Für die Kombination LURO + PS81 schliesslich, bedeutet dies für den E – Modul von LURO

ε_{LURO} unter $\sigma_z = 0.0025 \text{ N/mm}^2 \rightarrow 0.0025 / 0.0404 \sim 6.2 \%$ von $\sigma_{10 LURO} \rightarrow$ Interpolation Grafik:
 $\varepsilon_{LURO} \sim 0.0144 \rightarrow E_{LURO} = 0.0025 / 0.0144 \sim 0.172 \text{ N/mm}^2$. In Kombination mit PS81 ($\sigma_z = 0.0025 \text{ N/mm}^2$) ist also für $E_{LURO} = \underline{0.172} \text{ N/mm}^2$ (statt 0.355 N/mm^2) zu verwenden.

Die Berechnung des ideellen E – Moduls (für zwei Schichten) folgt dann dem Ansatz:

$$E_{ideell} = [E_1 \cdot E_2 \cdot (d_1 + d_2)] / [(E_1 \cdot d_2 + E_2 \cdot d_1)]$$

Für die fraglichen Qualitäten und Kombinationen ergeben sich daraus die folgenden Werte E_{ideell} :

- A) ISOVER LURO 814, mit d = (60+60), (60+80), (80+80), (60+60+60), (60+60+80), (60+80+80)
 (für $\sigma_z = 0.0114 \text{ N/mm}^2$) [..... immer **0.355 N/mm²**]
- B) ISOVER ISOCALOR + LURO 814, mit d = (43+80), (22+60+60), (22+60+80), (22+80+80)
 (für $\sigma_z = 0.0010 \text{ N/mm}^2$) [**0.064**], [**0.073**], [**0.074**], [**0.075**]
- C) ISOVER PS81, mit d = (20 + 20)
 (für $\sigma_z = 0.0025 \text{ N/mm}^2$) [**0.059**]
- D) ISOVER ISOCALOR + PS81, mit d = (22+20)
 (für $\sigma_z = 0.0010 \text{ N/mm}^2$) [**0.049**]
- E) ISOVER PS81 + LURO 814, mit d = (30+80), (30+60+60), (30+60+80), (30+80+80)
 (für $\sigma_z = 0.0025 \text{ N/mm}^2$) [**0.102**], [**0.115**], [**0.119**], [**0.123**]

2.2 Zulässige Biegezugspannung im Unterlagsboden:

Gemäss Bemessungszielen ist grundsätzlich jene UB – Stärke zu finden, bei welcher unter der vorgegebenen Last (Q_K) nicht nur die erlaubte Einfederung ($s \leq 5.0$ mm, resp. $s \leq 3.0$ mm) sowie die erlaubte Dauerdruckspannung, sondern auch eine zu definierende maximale Biegezugspannung im UB eingehalten ist. Fallweise kann hierbei die eine oder andere Anforderung für die benötigte Plattendicke bestimmend sein.

Dementsprechend erfolgt in einem ersten Schritt die Bemessung so, dass nach freier Wahl einer UB – Stärke (bei gegebener Dämmdicke samt entsprechendem σ_z und E – Langzeit – Modul) die maximal zulässige (Rand -) Last Q_K , und daraus die resultierende Randverformung (s) festgestellt wird. Durch Vorgabe eines schlankeren UB (mit unverändertem σ_z und E der Dämmung) resultieren in einem zweiten Berechnungsgang ein geringeres zulässiges Q_K und ein verändertes s. Iterativ wird so jene Plattenstärke für UB ermittelt, aus welcher sich $s \leq \text{zul.}$ ergibt. Die druckspannungs – bedingt erlaubte zul. Last $Q_{K\text{zul.}}$ muss dabei mehr betragen als die Q_K – Vorgabe.

Hinweis: In einer Voruntersuchung hat es sich gezeigt, dass die strengere zugelassene Verformung ($s_{\text{zul.}} = 3$ mm) mit der maximal erlaubten Pressung σ_z (via des druckverteilenden UB erzeugt) hier fast nie erzwungen werden kann. In allen Fällen erfolgt daher die (druckspannungs – bedingte) Bemessung der Plattendicke unter der modifizierten Bedingung, wonach mit der Lastvorgabe $Q_{K\text{vorh.}}$ (2kN, 4kN) gerade die erlaubte Spannung σ_z ausgeschöpft werden soll. (Mit abschliessender Überprüfung, ob dabei die erlaubte Verformung $s_{\text{zul.}}$ eingehalten ist).

Ist die druckspannungs - bedingte UB – Plattenstärke gefunden, muss jetzt überprüft werden, **wie hoch daraus die Biegezugspannungen im Unterlagsboden** unter Q_K am Plattenrand ausfallen. Dazu werden in gewohnter Weise die entsprechenden Rechnungsansätze nach *Westergaard* verwendet. Gegebenenfalls ist nach Ergebnis die UB – Plattenstärke (biegespannungs – bedingt) solange iterativ zu erhöhen, bis auch die Biegezug – Spannungen im UB eingehalten sind.

Zentral ist also die Frage, welche Biegezugspannung je nach Estrich – Qualität zugelassen werden soll:

Nach Norm SIA 251, Tabelle 9 sind je nach Qualität ein Mindestwert laut „Bestätigungsprüfung“ nachzuweisen. Aus dem Prüfungsbeschrieb Ziffer 6.2 geht hervor, dass es sich hierbei um einen effektiven Bruchwert (tiefster Einzelwert der Prüfserie) ohne jeden „Sicherheitsbeiwert“ handelt. Erfolgt demnach der Spannungsnachweis mit Q_K auf Gebrauchslast – Niveau, so müsste dieser einzuhaltende Bruchwert eigentlich noch um einen normativen Sicherheitsbeiwert ($\gamma_Q \cdot \gamma_R$) reduziert werden. Mit hier empfohlenen ($\gamma_Q \cdot \gamma_R$) ~ 1.75 beliefen sich dann die zulässigen Biegespannungen für (beispielsweise) Zementestrich auf $2.0 \text{ N/mm}^2 / 1.75 = 1.15 \text{ N/mm}^2$, bzw. auf $2.5 \text{ N/mm}^2 / 1.75 = 1.45 \text{ N/mm}^2$, was als ungewohnt bescheiden zu taxieren ist.

Gelangt stattdessen eine „Uralt – Faustregel“ zur Anwendung, wonach die (Bruch -) Biegezug - festigkeit ca. 2.5 bis 3.0 - mal der Wurzel aus der Würfeldruckfestigkeit entspricht (berechnet in kg/cm^2), gelangen wir für die zwei obigen Qualitäten zu „Bruchwerten“ von ca. 3.5 N/mm^2 resp. 4.3 N/mm^2 . Werden nun diese (Bruch -) Werte um ($\gamma_Q \cdot \gamma_R$) ~ 1.75 reduziert, finden wir uns mit 2.0 N/mm^2 resp. 2.45 N/mm^2 wiederum etwa bei den Werten laut Norm SIA 251, Tabelle 9. Eine dritte Betrachtung:

Grundsätzlich verhält es sich so, dass laut SN EN 13813:2002 in der Namensbezeichnung mit <F4> bzw. <F5> der „Charakteristische Wert“ der Biegezugfestigkeit für den betreffenden UB beziffert wird. Dieser liegt um einen je nach Produkt variierenden Faktor höher als für die entsprechende „Bestätigungsprüfung“. Wird somit nach den allgemeinen Bemessungsgrundsätzen der Charakteristische (Bruch -) Wert um den hier empfohlenen Sicherheitskoeffizienten ($\gamma_Q \cdot \gamma_R \sim 1.75$) reduziert, so erhalten wir ebenfalls „zulässige Biegezugfestigkeiten auf Gebrauchslastniveau“. **In der Studie wird stets der tiefere der beiden Werte – entweder gemäss „Bestätigungsprüfung“ oder aus „Charakteristischer Wert <F...> / 1.75“ – für die Bemessung des UB verwendet. Somit:**

Bezeichnung	Zul. Biegezugspannung [N/mm ²] im Unterlagsboden (Typ...)				
		C20 – F4	C30 – F5		
Tab. (röm.) I. : Zementestrich (CT) (Norm SIA 251: Tab. 3)		2.00^o	2.50^o		
Tab. (röm.) II. : Zementfliesestrich (CTF) (Norm SIA 251: Tab. 4)		2.28*	2.85*	4.00*	
Tab. (röm.) III. : Calziumsulfatfliesestrich (CAF) (Norm SIA 251: Tab. 6)		2.85*	3.43*	4.00*	
Tab. (röm.) IV. : Calziumsulfatestrich (CA) (Norm SIA 251: Tab.5)	C16 – F3 1.71*	2.28*	2.85*		
Tab. (röm.) V. : Kunstharzestrich (SR) (Norm SIA 251: Tab. 7)	C25 – F7 4.00*	C30 – F10 5.71*	C35 – F15 8.57*	C40 – F20 11.42*	C50 – F30 17.14*

^o) Bestätigungsprüfung; *) Charakteristischer Wert / ($\gamma_Q \cdot \gamma_R \sim 1.75$)

2.3 Biegezug - Elastizitätsmodul

Dieser Wert darf (?) laut SN EN 13813, Ziffer 5.2.11 vom Hersteller deklariert werden – muss aber nicht! Für die nachfolgenden Bemessungstabellen wird der benötigte E – Modul aus der anerkannten Formel (für zementöse Bindemittel) hergeleitet. Für Kunstharz wird bei der Ermittlung der benötigten Plattenstärke mindestens der höchste aller „zementösen E – Moduli“ übernommen (*Merke: Hoher E – Modul des UB bedeutet für diesen relativ weiche(re) Bettung → bedeutet höhere Biegezug - spannung, bedeutet Bemessung auf „sicherer Seite“*). $E \sim 1000000 / [1.7 + (1 / C) \cdot 360]$ (hier in kg / cm²!)
C, F = Charakteristische Druck – resp. Biegezugfestigkeit

Alle Tabellenwerte jetzt in kN/mm² für die untersuchten Qualitäten (gerundet):

Bezeichnung	Verwendeter Biegezug - E - Modul [kN/mm ²] des UB –Typs....				
		C20 – F4	C30 – F5		
Tab. (röm.) I. : Zementestrich (CT) (Norm SIA 251: Tab.3)		30	34		
Tab. (röm.) II. : Zementfliesestrich (CTF) (Norm SIA 251: Tab.4)		30	34	37	
Tab. (röm.) III. : Calziumsulfatfliesestrich (CAF) (Norm SIA 251: Tab.6)		32	34	37	
Tab. (röm.) IV. : Calziumsulfatestrich (CA) (Norm SIA 251: Tab.5)	C16 – F3 25	30	34		
Tab. (röm.) V. : Kunstharzestrich (SR) (Norm SIA 251: Tab.7)	C25 – F7 37	C30 – F10 37	C35 – F15 37	C40 – F20 39	C50 – F30 42

3. ERGEBNISSE UND KOMMENTAR

Die UB – Stärken gemäss nachfolgender **TABELLEN** sind auf 5 mm gerundet. Es werden stets beide Bestimmungswerte (druckspannungs – bedingt, biegespannungs – bedingt) angegeben [mm], wobei der massgebende Wert hervorgehoben ist. Kommentar dazu anschliessend.

TABELLEN (röm.)I. ZEMENTESTRICH (CT)

Tabellen A: Dämmstoff LURO 814 ($\sigma_z = 0.0114 \text{ N/mm}^2$; $E_L \sim 0.355 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<65*	<65*	<65*	<65*	<65*	<65*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<65*	<65*	<65*	<65*	<65*	<65*

Tabelle I.A1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	<80*	<80*	<80*	<80*	<80*	<80*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	95	95	95	95	95	95

Tabelle I.A2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<55*	<55*	<55*	<55*	<55*	<55*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	60	60	60	60	60	60

Tabelle I.A3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.5 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	<70*	<70*	<70*	<70*	<70*	<70*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	85	85	85	85	85	85

Tabelle I.A4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.5 \text{ N/mm}^2$

< 65*; <80*; <55*; <70*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 3

Tabellen B: Dämmstoff ISOCALOR + LURO 814 ($\sigma_z = 0.0010 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{\text{isocalor}} + d_{\text{LURO}} [\text{mm}]$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<65*	<65*	<65*	<65*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65	65	65	65

Tabelle I.B1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{isocalor}} + d_{\text{LURO}} [\text{mm}]$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	95	90	85	80
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	95	95	95	95

Tabelle I.B2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{isocalor}} + d_{\text{LURO}} [\text{mm}]$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<55*	<55*	<55*	<55*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	60	60	60	60

Tabelle I.B3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.5 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{isocalor}} + d_{\text{LURO}} [\text{mm}]$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	85	85	80	80
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	90	90	90	90

Tabelle I.B4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.5 \text{ N/mm}^2$

<65*; < 55*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 3

Tabellen C: Dämmstoff PS 81 ($\sigma_z = 0.0025 \text{ N/mm}^2$; $E_L \sim 0.059 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ Q_K eingehalten)	<65*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65

Tabelle I.C1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	70
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	95

Tabelle I.C2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<55*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65

Tabelle I.C3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.5 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	<70*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	85

Tabelle I.C4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.5 \text{ N/mm}^2$

< 65*; <55*; <70*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 3

Tabellen D: Dämmstoff ISOCALOR + PS 81 ($\sigma_z = 0.0010 \text{ N/mm}^2$; $E_{L \text{ ideell}} \sim 0.049 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	75
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65

Tabelle I.D1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	115
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	95

Tabelle I.D2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	70
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65

Tabelle I.D3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.5 \text{ N/mm}^2$

Hinweis für alle Tabellen, jeweils Teil D:

Bei dieser Dämmstoff – Kombination wird immer die (ausgenutzte) Druckspannung massgebend. Damit ergeben sich hier die folgenden Verformungsanteile im Dämm - stoffquerschnitt.

Ansatz (unabhängig der Estrichstärke):
 $s_{\text{total}} = (\sigma_z / E_{L \text{ ideell}}) \cdot d_{\text{total}}$

Anteil $s_1 = \sigma_z \cdot (d_1 / E_{L1})$ (ISOCALOR)
 Anteil $s_2 = \sigma_z \cdot (d_2 / E_{L2})$ (PS81)

Es folgt für D1 – D4 (resp. bis D6):

$s_{\text{total}} \sim 0.86 \text{ mm}$ (s. auch Bsp. a) zu D4)

$s_1 \sim 0.50 \text{ mm}$
 $s_2 \sim 0.36 \text{ mm}$

Die zul. Verformung bleibt damit bei weitem unterschritten!

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	110
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	85

Tabelle I.D4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.5 \text{ N/mm}^2$

 Beispiele a) und b) zu Tabelle I. D4 im Anhang

Tabellen E: Dämmstoff PS81 + LURO 814 ($\sigma_z = 0.0025 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<65*	<65*	<65*	<65*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65	65	65	65

Tabelle I.E1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	<80*	<80*	<80*	<80*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	95	95	95	95

Tabelle I.E2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{PD81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<55*	<55*	<55*	<55*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	60	60	60	60

Tabelle I.E3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.5 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	<70*	<70*	<70*	<70*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	90	90	90	90

Tabelle I.E4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.5 \text{ N/mm}^2$

<65*; <80*; < 55*; <70*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 3

TABELLEN (röm.)II. ZEMENTFLIESESTRICH (CTF)

Tabellen A: Dämmstoff LURO 814 ($\sigma_z = 0.0114 \text{ N/mm}^2$; $E_{L \text{ ideell}} \sim 0.355 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<55*	<55*	<55*	<55*	<55*	<55*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	60	60	60	60	60	60

Tabelle II.A1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.28 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	<70*	<70*	<70*	<70*	<70*	<70*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	85	85	85	90	90	90

Tabelle II.A2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.28 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<50*	<50*	<50*	<50*	<50*	<50*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	50	50	50	55	55	55

Tabelle II.A3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	<65*	<65*	<65*	<65*	<65*	<65*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	75	75	75	80	80	80

Tabelle II.A4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85 \text{ N/mm}^2$

<55*; < 70*; <50*; <65*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 4

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	<40*	<40*	<40*	<40*	<40*	<40*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	45	45	45	45	45	45

Tabelle II.A5: Für Q_K = 2.0 kN und C35-F7: σ_{bz.zul.} ~ 4.0 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	<50*	<50*	<50*	<50*	<50*	<50*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	60	60	60	65	65	65

Tabelle II.A6: Für Q_K = 4.0 kN und C35-F7: σ_{bz.zul.} ~ 4.0 N/mm²

* * *

Tabellen B: Dämmstoff ISOCALOR + LURO 814 (σ_z = 0.0010 N/mm²)

Bemessungskriterium	d _{Isocalor} + d _{LURO}			
	43 + 80 (E _L ~ 0.064)	22 + 120 (E _L ~ 0.073)	22 + 140 (E _L ~ 0.074)	22 + 160 (E _L ~ 0.075)
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	<55*	<55*	<55*	<55*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	65	65	65	65

Tabelle II.B1: Für Q_K = 2.0 kN und C20-F4: σ_{bz.zul.} ~ 2.28 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{Isocalor} + d _{LURO}			
	43 + 80 (E _L ~ 0.064)	22 + 120 (E _L ~ 0.073)	22 + 140 (E _L ~ 0.074)	22 + 160 (E _L ~ 0.075)
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	90	85	85	80
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	90	90	95	95

Tabelle II.B2: Für Q_K = 4.0 kN und C20-F4: σ_{bz.zul.} ~ 2.28 N/mm²

<40*; <50*; <55*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 4

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): (0.001/0.064) · (43+80) ~ 1.92 mm < 3.0

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	55	55	50	50
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	55	55	60	60

Tabelle II.B3: Für $Q_K = 2.0$ kN und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	85	85	80	80
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	80	80	85	85

Tabelle II.B4: Für $Q_K = 4.0$ kN und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	55	55	50	50
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	45	45	50	50

Tabelle II.B5: Für $Q_K = 2.0$ kN und C35-F7: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 4.0$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	85	85	75	75
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65	65	70	70

Tabelle II.B6: Für $Q_K = 4.0$ kN und C35-F7: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 4.0$ N/mm²

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.001/0.075) \cdot (22+160) \sim 2.42$ mm < 3.0

Tabellen C: Dämmstoff PS 81 ($\sigma_z = 0.0025 \text{ N/mm}^2$; $E_L \sim 0.059 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<55*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	60

Tabelle II.C1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.28 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	<70*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	80

Tabelle II.C2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.28 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<50*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	55

Tabelle II.C3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.85 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	<65*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	80

Tabelle II.C4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.85 \text{ N/mm}^2$

<55*; <70*; <50*; <65*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 4

Bemessungskriterium	d_{PS81} total = 40 mm
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	40
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	45

Tabelle II.C5: Für $Q_K = 2.0$ kN und C35-F7: $\sigma_{bz.zul.} \sim 4.0$ N/mm²

Bemessungskriterium	d_{PS81} total = 40 mm
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	65
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65

Tabelle II.C6: Für $Q_K = 4.0$ kN und C35-F7: $\sigma_{bz.zul.} \sim 4.0$ N/mm²

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.0025/0.059) \cdot 40 \sim 1.69$ mm < 3.0 mm

* * *

Tabellen D: Dämmstoff ISOCALOR + PS 81 ($\sigma_z = 0.0010$ N/mm²; $E_{Lideell} \sim 0.049$ N/mm²)

Bemessungskriterium	$d_{ISOCALOR} + d_{PS81}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($a s \leq 5$ mm eingehalten)	75
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	60

Tabelle II.D1: Für $Q_K = 2.0$ kN und C20-F4: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.28$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{ISOCALOR} + d_{PS81}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	115
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	90

Tabelle II.D2: Für $Q_K = 4.0$ kN und C20-F4: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.28$ N/mm²

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.001/0.049) \cdot (22+20) \sim 0.86$ mm < 3.0

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	70
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	60

Tabelle II.D3: Für $Q_K = 2.0$ kN und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	110
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	80

Tabelle II.D4: Für $Q_K = 4.0$ kN und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	70
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	45

Tabelle II.D5: Für $Q_K = 2.0$ kN und C37-F7: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 4.0$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	110
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65

Tabelle II.D6: Für $Q_K = 4.0$ kN und C37-F7: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 4.0$ N/mm²

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.001/0.049) \cdot (22+20) \sim 0.86$ mm < 3.0

Tabellen E: Dämmstoff PS81+ LURO 814 ($\sigma_z = 0.0025 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<55*	<55*	<55*	<55*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	60	60	65	65

Tabelle II.E1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.28 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	<70*	<70*	<70*	<70*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	85	85	95	95

Tabelle II.E2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.28 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<50*	<50*	<50*	<50*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	55	55	55	55

Tabelle II.E3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	<65*	<65*	<65*	<65*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	80	80	80	80

Tabelle II.E4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85 \text{ N/mm}^2$

<55*; <70*; <50*; <65*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 4

Bemessungskriterium	$d_{PS81} + d_{LURO}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	<40*	<40*	<40*	<40*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	45	45	45	45

Tabelle II.E5: Für $Q_K = 2.0$ kN und C35-F7: $\sigma_{bz.zul.} \sim 4.0$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{PS81} + d_{LURO}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	<50*	<50*	<50*	<50*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65	65	65	65

Tabelle II.E6: Für $Q_K = 4.0$ kN und C35-F7: $\sigma_{bz.zul.} \sim 4.0$ N/mm²

<40*; <50*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 4

* * * * *

TABELLEN (röm.)III. CALZIUMSULFATFLIESSESTRICH (CAF)

Tabellen A: Dämmstoff **LURO 814** ($\sigma_z = 0.0114$ N/mm²; $E_L \sim 0.355$ N/mm²)

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	<45*	<45*	<45*	<45*	<45*	<45*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	55	55	55	55	55	55

Tabelle III.A1: Für $Q_K = 2.0$ kN und C25-F5: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.85$ N/mm²

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	<60*	<60*	<60*	<60*	<60*	<60*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	75	75	75	80	80	80

Tabelle III.A2: Für $Q_K = 4.0$ kN und C25-F5: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.85$ N/mm²

<45*; <60*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 6

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	<40*	<40*	<40*	<40*	<40*	<40*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	45	45	45	50	50	50

Tabelle III.A3: Für Q_K = 2.0 kN und C30-F6: σ_{bz.zul.} ~ 3.43 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	<50*	<50*	<50*	<50*	<50*	<50*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	65	65	65	70	70	70

Tabelle III.A4: Für Q_K = 4.0 kN und C30-F6: σ_{bz.zul.} ~ 3.43 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	<40*	<40*	<40*	<40*	<40*	<40*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	45	45	45	45	45	45

Tabelle III.A5: Für Q_K = 2.0 kN und C35-F7: σ_{bz.zul.} ~ 4.0 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	<45*	<45*	<45*	<45*	<45*	<45*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	60	60	60	65	65	65

Tabelle III.A6: Für Q_K = 4.0 kN und C35-F7: σ_{bz.zul.} ~ 4.0 N/mm²

<45*; <50*; <40*; <45*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 6

Tabellen B: Dämmstoff ISOCALOR + LURO 814 ($\sigma_z = 0.0010 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	55	55	55	55
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	60	60	60	60

Tabelle III.B1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C25-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	90	85	85	80
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	85	85	85	85

Tabelle III.B2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C25-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	55	55	50	50
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	50	50	50	50

Tabelle III.B3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C30-F6: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 3.43 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	85	85	80	80
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	75	75	75	75

Tabelle III.B4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C30-F6: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 3.43 \text{ N/mm}^2$

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.001/0.073) \cdot (22+120) \sim 1.94 \text{ mm} < 3.0$

Bemessungskriterium	d _{Isocalor} + d _{LURO}			
	43 + 80 (E _L ~ 0.064)	22 + 120 (E _L ~ 0.073)	22 + 140 (E _L ~ 0.074)	22 + 160 (E _L ~ 0.075)
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	55	55	50	50
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	45	45	50	50

Tabelle III.B5: Für Q_K = 2.0 kN und C35-F7: σ_{bz.zul.} ~ 4.0 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{Isocalor} + d _{LURO}			
	43 + 80 (E _L ~ 0.064)	22 + 120 (E _L ~ 0.073)	22 + 140 (E _L ~ 0.074)	22 + 160 (E _L ~ 0.075)
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	85	85	75	75
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	65	65	70	70

Tabelle III.B6: Für Q_K = 4.0 kN und C35-F7: σ_{bz.zul.} ~ 4.0 N/mm²

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): (0.001/0.075) · 182 ~ 2.42 mm < 3.0

* * *

Tabellen C: Dämmstoff PS 81 (σ_z = 0.0025 N/mm²; E_L ~ 0.059 N/mm²)

Bemessungskriterium	d _{PS81} total = 40 mm
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	<45*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	55

Tabelle III.C1: Für Q_K = 2.0 kN und C25-F5: σ_{bz.zul.} ~ 2.85 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{PS81} total = 40 mm
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	70
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	75

Tabelle III.C2: Für Q_K = 4.0 kN und C25-F5: σ_{bz.zul.} ~ 2.85 N/mm²

<45*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 6

Bemessungskriterium	d_{PS81} total = 40 mm
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	<45*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	50

Tabelle III.C3: Für $Q_K = 2.0$ kN und C30-F6: $\sigma_{bz.zul.} \sim 3.43$ N/mm²

Bemessungskriterium	d_{PS81} total = 40 mm
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	65
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	70

Tabelle III.C4: Für $Q_K = 4.0$ kN und C30-F6: $\sigma_{bz.zul.} \sim 3.43$ N/mm²

Bemessungskriterium	d_{PS81} total = 40 mm
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	40
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	45

Tabelle III.C5: Für $Q_K = 2.0$ kN und C35-F7: $\sigma_{bz.zul.} \sim 4.0$ N/mm²

Bemessungskriterium	d_{PS81} total = 40 mm
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	65
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65

Tabelle III.C6: Für $Q_K = 4.0$ kN und C35-F7: $\sigma_{bz.zul.} \sim 4.0$ N/mm²

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.0025/0.059) \cdot 40 \sim 1.69$ mm < 3.0

< 45*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 6

Tabellen D: Dämmstoff ISOCALOR + PS 81 ($\sigma_z = 0.0010 \text{ N/mm}^2$; $E_{L, \text{ideell}} \sim 0.049 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt (s \leq 5 mm eingehalten)	75
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	55

Tabelle III.D1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C25-F5: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.85 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt (s \leq 3 mm eingehalten)	115
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	80

Tabelle III.D2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C25-F5: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.85 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt (s \leq 5 mm eingehalten)	70
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	50

Tabelle III.D3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C30-F6: $\sigma_{bz.zul.} \sim 3.43 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt (s \leq 3 mm eingehalten)	110
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	70

Tabelle III.D4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C30-F6: $\sigma_{bz.zul.} \sim 3.43 \text{ N/mm}^2$

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.001/0.049) \cdot (22+20) \sim 0.86 \text{ mm} < 3.0$

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	70
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	45

Tabelle III.D5: Für $Q_K = 2.0$ kN und C35-F7: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 4.0$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	110
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65

Tabelle III.D6: Für $Q_K = 4.0$ kN und C35-F7: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 4.0$ N/mm²

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.001/0.049) \cdot (22+20) \sim 0.86$ mm < 3.0

* * *

Tabellen E: Dämmstoff PS81+ LURO 814 ($\sigma_z = 0.0025$ N/mm²)

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	<45*	<45*	<45*	<45*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	55	55	55	55

Tabelle III.E1: Für $Q_K = 2.0$ kN und C25-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	<60*	<60*	<60*	<60*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	80	80	85	85

Tabelle III.E2: Für $Q_K = 4.0$ kN und C25-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85$ N/mm²

< 45*; <60*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 6

Bemessungskriterium	d _{PS81} + d _{LURO}			
	30 + 80 (E _L ~ 0.102)	30 + 120 (E _L ~ 0.115)	30 + 140 (E _L ~ 0.119)	30 + 160 (E _L ~ 0.123)
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	<45*	<45*	<45*	<45*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	50	50	50	50

Tabelle III.E3: Für Q_K = 2.0 kN und C30-F6: σ_{bz.zul.} ~ 3.43 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{PS81} + d _{LURO}			
	30 + 80 (E _L ~ 0.102)	30 + 120 (E _L ~ 0.115)	30 + 140 (E _L ~ 0.119)	30 + 160 (E _L ~ 0.123)
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	55	55	50	50
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	70	70	75	75

Tabelle III.E4: Für Q_K = 4.0 kN und C30-F6: σ_{bz.zul.} ~ 3.43 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{PS81} + d _{LURO}			
	30 + 80 (E _L ~ 0.102)	30 + 120 (E _L ~ 0.115)	30 + 140 (E _L ~ 0.119)	30 + 160 (E _L ~ 0.123)
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	<40*	<40*	<40*	<40*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	45	45	45	45

Tabelle III.E5: Für Q_K = 2.0 kN und C35-F7: σ_{bz.zul.} ~ 4.0 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{PS81} + d _{LURO}			
	30 + 80 (E _L ~ 0.102)	30 + 120 (E _L ~ 0.115)	30 + 140 (E _L ~ 0.119)	30 + 160 (E _L ~ 0.123)
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	55	50	50	45
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	65	65	65	65

Tabelle III.E6: Für Q_K = 4.0 kN und C35-F7: σ_{bz.zul.} ~ 4.0 N/mm²

<45*; <40*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 6

TABELLEN (röm.)IV. CALZIUMSULFATESTRICH (CA)

Tabellen A: Dämmstoff LURO 814 ($\sigma_z = 0.0114 \text{ N/mm}^2$; $E_L \sim 0.355 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<65*	<65*	<65*	<65*	<65*	<65*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	70	70	70	70	70	70

Tabelle IV.A1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C16-F3: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 1.71 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	n. m.*	n. m.*	n. m.*	n. m.*	n. m.*	n. m.*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	100	100	100	100	100	100

Tabelle IV.A2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C16-F3: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 1.71 \text{ N/mm}^2$; n. m.* = „nicht massgebend“

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<60*	<60*	<60*	<60*	<60*	<60*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	60	60	60	60	60	60

Tabelle IV.A3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.28 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	<75*	<75*	<75*	<75*	<75*	<75*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	85	85	85	90	90	90

Tabelle IV.A4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.28 \text{ N/mm}^2$

<65*; < 60*; <75*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 5

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	<55*	<55*	<55*	<55*	<55*	<55*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	50	50	50	55	55	55

Tabelle IV.A5: Für Q_K = 2.0 kN und C30-F5: σ_{bz.zul.} ~ 2.85 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	<70*	<70*	<70*	<70*	<70*	<70*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	75	75	75	80	80	80

Tabelle IV.A6: Für Q_K = 4.0 kN und C30-F5: σ_{bz.zul.} ~ 2.85 N/mm²

* * *

Tabellen B: Dämmstoff ISOCALOR + LURO 814 (σ_z = 0.0010 N/mm²)

Bemessungskriterium	d _{Isocalor} + d _{LURO}			
	43 + 80 (E _L ~ 0.064)	22 + 120 (E _L ~ 0.073)	22 + 140 (E _L ~ 0.074)	22 + 160 (E _L ~ 0.075)
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	<65*	<65*	<65*	<65*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	75	75	75	75

Tabelle IV.B1: Für Q_K = 2.0 kN und C16-F3: σ_{bz.zul.} ~ 1.71 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{Isocalor} + d _{LURO}			
	43 + 80 (E _L ~ 0.064)	22 + 120 (E _L ~ 0.073)	22 + 140 (E _L ~ 0.074)	22 + 160 (E _L ~ 0.075)
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	n. m.*	n. m.*	n. m.*	n. m.*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	105	105	105	105

Tabelle IV.B2: Für Q_K = 4.0 kN und C16-F3: σ_{bz.zul.} ~ 1.71 N/mm²; n. m.* = „nicht massgebend“

<55*; <70*; <65*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 5

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	<60*	<60*	<60*	<60*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65	65	65	65

Tabelle IV.B3: Für $Q_K = 2.0$ kN und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.28$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	90	85	85	80
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	90	90	95	95

Tabelle IV.B4: Für $Q_K = 4.0$ kN und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.28$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	<55*	<55*	<55*	<55*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	55	55	60	60

Tabelle IV.B5: Für $Q_K = 2.0$ kN und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	85	85	80	80
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	80	80	85	85

Tabelle IV.B6: Für $Q_K = 4.0$ kN und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85$ N/mm²

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.001/0.073) \cdot (22+120) \sim 1.94$ mm < 3.0

<60*; <55*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut SIA 251, Tabelle 5

Tabellen C: Dämmstoff PS 81 ($\sigma_z = 0.0025 \text{ N/mm}^2$; $E_L \sim 0.059 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<65*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	70

Tabelle IV.C1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C16-F3: $\sigma_{bz.zul.} \sim 1.71 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	n. m.*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	105

Tabelle IV.C2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C16-F3: $\sigma_{bz.zul.} \sim 1.71 \text{ N/mm}^2$

n. m.* = „nicht massgebend“

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<60*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	60

Tabelle IV.C3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.28 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	<75*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	80

Tabelle IV.C4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.28 \text{ N/mm}^2$

< 65*; <55*; <70*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 5

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	$<55^*$
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	55

Tabelle IV.C5: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.85 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	$<70^*$
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	80

Tabelle IV.C6: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.85 \text{ N/mm}^2$

$<55^*$; $<70^*$: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut SIA 251, Tabelle 5

* * *

Tabellen D: Dämmstoff **ISOCALOR + PS 81** ($\sigma_z = 0.0010 \text{ N/mm}^2$; $E_{L \text{ ideell}} \sim 0.049 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{ISOCALOR} + d_{PS81}$ $22 + 20$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	80
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	70

Tabelle IV.D1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C16-F3: $\sigma_{bz.zul.} \sim 1.71 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{ISOCALOR} + d_{PS81}$ $22 + 20$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	125
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	105

Tabelle IV.D2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C16-F3: $\sigma_{bz.zul.} \sim 1.71 \text{ N/mm}^2$

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.001/0.049) \cdot (22+20) \sim 0.86 \text{ mm} < 3.0$

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm Q eingehalten)	75
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	60

Tabelle IV.D3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.28 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	115
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	90

Tabelle IV.D4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.28 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	70
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	60

Tabelle IV.D5: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	110
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	80

Tabelle IV.D6: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C30-F5: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.85 \text{ N/mm}^2$

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.001/0.049) \cdot (22+20) \sim 0.86 \text{ mm} < 3.0$

Tabellen E: Dämmstoff PS81+ LURO 814 ($\sigma_z = 0.0025 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<65*	<65*	<65*	<65*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	70	70	70	70

Tabelle IV.E1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C16-F3: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 1.71 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	n. m.*	n. m.*	n. m.*	n. m.*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	105	105	105	105

Tabelle IV.E2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C16-F3: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 1.71 \text{ N/mm}^2$; n. m.* = „nicht massgebend“

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<60*	<60*	<60*	<60*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	60	60	65	65

Tabelle IV.E3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.28 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	<75*	<75*	<75*	<75*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	85	85	95	95

Tabelle IV.E4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C20-F4: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 2.28 \text{ N/mm}^2$

< 65*; <60*; <75*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 5

Bemessungskriterium	$d_{PS81} + d_{LURO}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	<55*	<55*	<55*	<55*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	55	55	55	55

Tabelle IV.E5: Für $Q_K = 2.0$ kN und C30-F5: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.85$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{PS81} + d_{LURO}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	<70*	<70*	<70*	<70*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	80	80	80	80

Tabelle IV.E6: Für $Q_K = 4.0$ kN und C30-F5: $\sigma_{bz.zul.} \sim 2.85$ N/mm²

<55*; <70*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 5

* * * * *

TABELLEN (röm.) V. KUNSTHARZESTRICH (SR)

Tabellen A: Dämmstoff **LURO 814** ($\sigma_z = 0.0114$ N/mm²; $E_L \sim 0.355$ N/mm²)

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	<45*	<45*	<45*	<45*	<45*	<45*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<45*	<45*	<45*	<45*	<45*	<45*

Tabelle V.A1: Für $Q_K = 2.0$ kN und C25-F7: $\sigma_{bz.zul.} \sim 4.0$ N/mm²

Bemessungskriterium	d_{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	<50*	<50*	<50*	<50*	<50*	<50*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65	65	65	65	65	65

Tabelle V.A2: Für $Q_K = 4.0$ kN und C25-F7: $\sigma_{bz.zul.} \sim 4.0$ N/mm²

<45*; <50*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 7

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	<35*	<35*	<35*	<35*	<35*	<35*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	35	35	35	40	40	40

Tabelle V.A3: Für Q_K = 2.0 kN und C30-F10: σ_{bz.zul.} ~ 5.71 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	<45*	<45*	<45*	<45*	<45*	<45*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	55	55	55	55	55	55

Tabelle V.A4: Für Q_K = 4.0 kN und C30-F10: σ_{bz.zul.} ~ 5.71 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm Q eingehalten)	<35*	<35*	<35*	<35*	<35*	<35*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	<35*	<35*	<35*	<35*	<35*	<35*

Tabelle V.A5: Für Q_K = 2.0 kN und C35-F15: σ_{bz.zul.} ~ 8.57 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	<45*	<45*	<45*	<45*	<45*	<45*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	<45*	<45*	<45*	<45*	<45*	<45*

Tabelle V.A6: Für Q_K = 4.0 kN und C35-F15: σ_{bz.zul.} ~ 8.57 N/mm²

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): (0.0114/0.355) · 220 ~ 0.86 mm < 3.0

< 35*; <45*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 7

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	<30*	<30*	<30*	<30*	<30*	<30*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	<30*	<30*	<30*	<30*	<30*	<30*

Tabelle V.A7: Für Q_K = 2.0 kN und C40-F20: σ_{bz.zul.} ~ 11.42 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	<35*	<35*	<35*	<35*	<35*	<35*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	35	35	35	40	40	40

Tabelle V.A8: Für Q_K = 4.0 kN und C40-F20: σ_{bz.zul.} ~ 11.42 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	<30*	<30*	<30*	<30*	<30*	<30*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	<30*	<30*	<30*	<30*	<30*	<30*

Tabelle V.A9: Für Q_K = 2.0 kN und C50-F30: σ_{bz.zul.} ~ 17.14 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{LURO} [mm]					
	120	140	160	180	200	220
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	<30*	<30*	<30*	<30*	<30*	<30*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	<30*	<30*	<30*	<30*	<30*	<30*
Bestimmend zur Einhaltung von s ≤ 3 mm!	35	35	35	40	40	40

Tabelle V.A10: Für Q_K = 4.0 kN und C50-F30: σ_{bz.zul.} ~ 17.14 N/mm²

< 30*; <35*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 7

Tabellen B: Dämmstoff ISOCALOR + LURO 814 ($\sigma_z = 0.0010 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	55	55	50	50
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	45	45	50	50

Tabelle V.B1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C25-F7: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 4.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	85	85	75	75
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	70	70	70	70

Tabelle V.B2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C25-F7: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 4.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	55	55	50	50
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	40	40	40	40

Tabelle V.B3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C30-F10: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 5.71 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	85	85	75	75
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	55	55	55	55

Tabelle V.B4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C30-F10: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 5.71 \text{ N/mm}^2$

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.0010/0.075) \cdot 182 \sim 2.42 \text{ mm} < 3.0$

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	55	55	50	50
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<35*	<35*	<35*	<35*

Tabelle V.B5: Für $Q_K = 2.0$ kN und C35-F15: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 8.57$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	85	85	75	75
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	45	45	45	45

Tabelle V.B6: Für $Q_K = 4.0$ kN und C35-F15: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 8.57$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	55	55	50	50
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<35*	<35*	<35*	<35*

Tabelle V.B7: Für $Q_K = 2.0$ kN und C40-F20: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 11.42$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	80	80	75	75
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	40	40	40	40

Tabelle V.B8: Für $Q_K = 4.0$ kN und C40-F20: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 11.42$ N/mm²

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.0010/0.075) \cdot 182 \sim 2.42$ mm < 3.0

< 35*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 7

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($a \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	50	50	50	50
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<30*	<30*	<30*	<30*

Tabelle V.B9: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C50-F30: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 17.14 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{Isocalor}} + d_{\text{LURO}}$			
	43 + 80 ($E_L \sim 0.064$)	22 + 120 ($E_L \sim 0.073$)	22 + 140 ($E_L \sim 0.074$)	22 + 160 ($E_L \sim 0.075$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	80	80	75	75
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	30	30	30	30

Tabelle V.B10: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C50-F30: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 17.14 \text{ N/mm}^2$

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.0010/0.075) \cdot 182 \sim 2.42 \text{ mm} < 3.0$

* * *

Tabellen C: Dämmstoff **PS 81** ($\sigma_z = 0.0025 \text{ N/mm}^2$; $E_L \sim 0.059 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81 total}} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	<45*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<45*

Tabelle V.C1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C25-F7: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 4.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81 total}} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	65
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65

Tabelle V.C2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C25-F7: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 4.0 \text{ N/mm}^2$

< 30*; <45: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 7

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	40
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	40

Tabelle V.C3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C30-F10: $\sigma_{bz.zul.} \sim 5.71 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	65
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	55

Tabelle V.C4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C30-F10: $\sigma_{bz.zul.} \sim 5.71 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	40
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<35*

Tabelle V.C5: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C35-F15: $\sigma_{bz.zul.} \sim 8.57 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	65
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	45

Tabelle V.C6: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C35-F15: $\sigma_{bz.zul.} \sim 8.57 \text{ N/mm}^2$

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.0025/0.059) \cdot 40 \sim 1.69 \text{ mm} < 3.0$

< 35*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 7

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	40
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<30*

Tabelle V.C7: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C40-F20: $\sigma_{bz.zul.} \sim 11.42 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	65
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	40

Tabelle V.C8: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C40-F20: $\sigma_{bz.zul.} \sim 11.42 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	40
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<30*

Tabelle V.C9: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C50-F30: $\sigma_{bz.zul.} \sim 17.14 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{PS81} \text{ total} = 40 \text{ mm}$
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	60
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<30*

Tabelle V.C10: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C50-F30: $\sigma_{bz.zul.} \sim 17.14 \text{ N/mm}^2$

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.00250/0.059) \cdot 40 \sim 1.69 \text{ mm} < 3.0$

<30*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 7

Tabellen D: Dämmstoff ISOCALOR + PS 81 ($\sigma_z = 0.0010 \text{ N/mm}^2$; $E_{L \text{ ideell}} \sim 0.049 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	70
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	45

Tabelle V.D1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C25-F7: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 4.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	110
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65

Tabelle V.D2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C25-F7: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 4.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	70
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	40

Tabelle V.D3: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C30-F10: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 5.71 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	110
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	55

Tabelle V.D4: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C30-F10: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 5.71 \text{ N/mm}^2$

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.0010/0.075) \cdot 42 \sim 2.42 \text{ mm} < 3.0$

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	70
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<35*

Tabelle V.D5: Für $Q_K = 2.0$ kN und C35-F15: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 8.57$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	110
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	45

Tabelle V.D6: Für $Q_K = 4.0$ kN und C35-F15: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 8.57$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5$ mm eingehalten)	70
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<30*

Tabelle V.D7: Für $Q_K = 2.0$ kN und C40-F20: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 11.42$ N/mm²

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3$ mm eingehalten)	105
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	40

Tabelle V.D8: Für $Q_K = 4.0$ kN und C40-F20: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 11.42$ N/mm²

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt /massgebend): $(0.0010/0.075) \cdot 42 \sim 2.42$ mm < 3.0

<35*; < 30*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 7

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	70
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<30*

Tabelle V.D9: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C50-F30: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 17.14 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{ISOCALOR}} + d_{\text{PS81}}$ 22 + 20
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	105
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<30*

Tabelle V.D10: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C50-F30: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 17.14 \text{ N/mm}^2$

Max. Einfederung s (wo zul. Druckspannung ausgenutzt/massgebend): $(0.0010/0.075) \cdot 42 \sim 2.42 \text{ mm} < 3.0$

* * *

Tabellen E: Dämmstoff PS81+ LURO 814 ($\sigma_z = 0.0025 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	<45*	<45*	<45*	<45*
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<45*	<45*	<45*	<45*

Tabelle V.E1: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C25-F7: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 4.0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	55	55	50	50
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	65	65	65	65

Tabelle V.E2: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C25-F7: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 4.0 \text{ N/mm}^2$

<30*; <45*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 7

Bemessungskriterium	d _{PS81} + d _{LURO}			
	30 + 80 (E _L ~ 0.102)	30 + 120 (E _L ~ 0.115)	30 + 140 (E _L ~ 0.119)	30 + 160 (E _L ~ 0.123)
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	<35*	<35*	<35*	<35*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	40	40	40	40

Tabelle V.E3: Für Q_K = 2.0 kN und C30-F10: σ_{bz.zul.} ~ 5.71 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{PS81} + d _{LURO}			
	30 + 80 (E _L ~ 0.102)	30 + 120 (E _L ~ 0.115)	30 + 140 (E _L ~ 0.119)	30 + 160 (E _L ~ 0.123)
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	55	55	50	50
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	55	55	55	55

Tabelle V.E4: Für Q_K = 4.0 kN und C30-F10: σ_{bz.zul.} ~ 5.71 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{PS81} + d _{LURO}			
	30 + 80 (E _L ~ 0.102)	30 + 120 (E _L ~ 0.115)	30 + 140 (E _L ~ 0.119)	30 + 160 (E _L ~ 0.123)
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 5 mm eingehalten)	<35*	<35*	<35*	<35*
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	<35*	<35*	<35*	<35*

Tabelle V.E5: Für Q_K = 2.0 kN und C35-F15: σ_{bz.zul.} ~ 8.57 N/mm²

Bemessungskriterium	d _{PS81} + d _{LURO}			
	30 + 80 (E _L ~ 0.102)	30 + 120 (E _L ~ 0.115)	30 + 140 (E _L ~ 0.119)	30 + 160 (E _L ~ 0.123)
σ _z unter Q _K eingehalten /ausgenutzt (s ≤ 3 mm eingehalten)	55	55	50	50
σ _{bzUB} unter Q _K eingehalten /ausgenutzt	40	40	45	45
Bestimmend zur Einhaltung von s ≤ 3 mm!			55	55

Tabelle V.E6: Für Q_K = 4.0 kN und C35-F15: σ_{bz.zul.} ~ 8.57 N/mm²

<35*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 7

Tabellen E: Dämmstoff PS81+ LURO 814 ($\sigma_z = 0.0025 \text{ N/mm}^2$)

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	35	35	30	30
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<30*	<30*	<30*	<30*

Tabelle V.E7: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C40-F20: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 11.42 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	55	55	50	50
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	40	40	40	40
Bestimmend zur Einhaltung von $s \leq 3 \text{ mm}$!			55	55

Tabelle IV.E8: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C40-F20: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 11.42 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 5 \text{ mm}$ eingehalten)	35	35	30	30
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<30*	<30*	<30*	<30*

Tabelle IV.E9: Für $Q_K = 2.0 \text{ kN}$ und C50-F30: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 17.14 \text{ N/mm}^2$

Bemessungskriterium	$d_{\text{PS81}} + d_{\text{LURO}}$			
	30 + 80 ($E_L \sim 0.102$)	30 + 120 ($E_L \sim 0.115$)	30 + 140 ($E_L \sim 0.119$)	30 + 160 ($E_L \sim 0.123$)
σ_z unter Q_K eingehalten /ausgenutzt ($s \leq 3 \text{ mm}$ eingehalten)	55	55	50	50
σ_{bzUB} unter Q_K eingehalten /ausgenutzt	<30*	<30*	<30*	<30*
Bestimmend zur Einhaltung von $s \leq 3 \text{ mm}$!			55	55

Tabelle V.E10: Für $Q_K = 4.0 \text{ kN}$ und C50-F30: $\sigma_{\text{bz.zul.}} \sim 17.14 \text{ N/mm}^2$

< 30*: Der rechnerische Wert liegt unter dem normativen Minimum laut Norm SIA 251, Tabelle 7

KOMMENTAR:

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die gesuchte Estrichstärke (Tabellenresultate, **fett**) jeweils durch eine von vier möglichen Grenzbedingungen (Fall a – d) bestimmt sein kann:

Fall a) um damit die erlaubte Druckspannung im Dämmstoff einzuhalten

Fall b) um damit die erlaubte Biegezugspannung im Estrichquerschnitt einzuhalten

Fall c) um der minimalen Plattenstärke laut Norm SIA 251 (Tabellen 3 bis 7) zu genügen

Fall d) um die (unter $Q_k = 4 \text{ kN}$) zulässige Systemverformung $s = 3.0 \text{ mm}$ einzuhalten

Dieser letzte Fall d) kommt nur sehr selten vor (Tabellen V... A10, E6, E8, E10) und ist durch Gelb – Untermahlung speziell hervorgehoben. Er stellt sich dann ein, wenn bei weicher Lagerung (tiefer E – Modul und grosse Dicke der Dämmung) sowie gleichzeitig hoher zulässiger Biegezugspannung (Kunstharzestrich) zur Ausnutzung der Druckspannung unter Lasteinwirkung von $Q_k = 4 \text{ kN}$ eine zugehörige Verformung resultiert, die über den erlaubten 3 mm liegt. Hier muss demnach die Plattenstärke „verformungs - bedingt“ gegenüber Fall a) erhöht werden.

Mehrheitlich ist die Estrichstärke durch die erlaubte Biegezugspannung (Fall b) bestimmt. Dies erklärt sich dadurch, dass bei den starken Dämmdicken und tiefen Steifemoduli (E – Modul) sehr niedrige Bettungsmoduli (E / d) entstehen, womit sich – auch als Folge der eigenen hohen Biegesteifigkeit des UB – im Estrichbelag relativ starke Biegemomente mit entsprechenden Randspannungen bilden. Lediglich bei sehr tiefer zulässiger Druckspannung und gleichzeitig geringer Dämmstärke (vornehmlich Konstruktionstyp D) ist die erforderliche Estrichstärke „druckspannungs – bestimmt“. In diesen Fällen wird in den Tabellen ergänzend auch die Einhaltung/Unterschreitung der erlaubten Systemverformung ($s \leq 3 \text{ mm}$) durch Wertangabe mit „Hellgelb – Untermahlung“ nachgewiesen.

Soweit überschaubar, ist also für „normale Anwendungen“ resp. Lastvorgaben die Wahl des Dämmstoffs unter Estrichböden nicht von dominanter Bedeutung. Der Vorteil von sogenannt „hochdruckfesten Dämmstoffen“ (Schaumglas, allenfalls XPS od. ä) kommt erst bei befahrenen oder sonstwie „hoch belasteten“ Belägen (im Sinne SIA 251, Ziffer 2.14) zum Tragen.

6

Anhang

Begriffe und Formeln zu den Bemessungstafeln

Begriffe

- φQ = Aufstandslast inkl. Stoßzuschlag
- d_{nom} = Nutzplattenstärke
- μ = Querdehnungszahl (Beton $\sim 0,15$)
- E_{nom} = Elastizitätsmodul Nutzplatte
- k = Bettungsmodul für Nutzplatte ($k = \kappa/d_{\text{nom}}$)
- κ = Substitution für: $E_u / [\beta \cdot \alpha^{-1} + 0,83 (E_{\text{nom}}/E_u)^{1/3} - \beta]$
- E_u = Elastizitätsmodul des Halbraums ($E_u < \infty$)
- α = $\overline{E_{\text{WD}}}/E_u$
- $\overline{E_{\text{WD}}}$ = Gemittelter E-Modul aller Bettungslagen der Bettungsschicht z.B. für 3 Schichten:
- $$\overline{E_{\text{WD}}} = E_1 \cdot E_2 \cdot E_3 \cdot \frac{d_1 + d_2 + d_3}{E_1 \cdot E_2 \cdot d_3 + E_1 \cdot E_3 \cdot d_2 + E_2 \cdot E_3 \cdot d_1}$$
- β = $d_{\text{WD}}/d_{\text{nom}}$
- d_{WD} = allgemein Summe der Schichtstärken aller Bettungslagen (= Schichtstärke der Bettungsschicht)
speziell, im Kopf der Bemessungstafeln: (nur) Stärke der Dämmschicht
- b = Ersatzkreisradius ($b \sim r$)
- r = definierter Last-Aufstandsradius ($r = 100 \text{ mm}$)
- L_c = Elastische Länge der Nutzplatte
- a = Einflußbreite "Rand-/Ecke"
($a = 2L_c$, je ab Fuge gemessen)
- σ_{WD} = Pressung der Bettungsschicht
- Q' = Wirksame Aufstandslast bezüglich Durchstanzen

- γ = Substitution für :
 $2 \sigma_{h \text{ Basis}} \cdot \pi \cdot \rho [E_{\text{nom}}/E = 30 \text{ kN/mm}^2]$
- ρ = Scherflächenanteil: Innenfeldbereich $\rho = 1,0$
 Rand-/Eckbereich $\rho = 0,5$
- $\sigma_{h \text{ Basis}}$ = zulässige Schubspannung Nutzplatte,
 Basiswert = $0,75 \text{ N/mm}^2$

Basisformeln Westergaard:

- Biegezugspannung im Innenfeldbereich der Nutzplatte:

$$\sigma_r = \frac{0,275 (1 + \mu)}{d_{\text{nom}}^2} \cdot \varphi \cdot Q_{\text{vorh}} \cdot \left[\text{Log} \left(\frac{E_{\text{nom}} \cdot d_{\text{nom}}^3}{k \cdot b^4} \right) - 0,436 \right] (\text{N/mm}^2)$$

- Einsenkung unter Last im Innenfeldbereich der Nutzplatte:

$$y = \frac{\varphi Q_{\text{vorh}}}{8 \cdot k \cdot L_c^2} (\text{mm})$$

- Elastische Länge der Nutzplatte:

$$L_c = \left[\frac{E_{\text{nom}} \cdot d_{\text{nom}}^3}{12 \cdot k} \right]^{1/4} (\text{mm})$$

- Pressung der Bettungsschicht unter Last im Innenfeldbereich:

$$\sigma_{\text{WD}} = \frac{\varphi Q_{\text{vorh}}}{8 \cdot L_c^2} (\text{N/mm}^2)$$

Bemessung der Nutzplatte auf zulässige Schubspannung:

(Für alle Lagerungsarten, bei wirksamer Pressung σ_{WD})

$$d_{\text{nom erf}} = \frac{1}{2} \cdot \left[(10000 + 6 Q'/\gamma)^{1/2} - 100 \right] (\text{mm})$$

$$\text{wobei } Q' = [\varphi Q_{\text{vorh}} - R] (\text{N})$$

$$\text{mit } R = \sigma_{\text{WD}} \cdot r^2 \cdot \pi$$

$$\text{und } \gamma = 1,5 \cdot \pi \cdot \rho (E_{\text{nom}}/E = 30 \text{ kN/mm}^2) (\text{s. auch "Begriffe"})$$

Abgeleitete Grundformeln für Nutzplattenbemessung bei wirksamer Bettungspressung σ_{WD} (Grundlage der Bemessungstabellen)

Kriterium (κ siehe "Begriffe") (alle Werte in N und mm)	Bettungsschicht über Halbraum/Erdreich mit $\bar{E}_{WD} \leq E_u < \infty$	Bettungsschicht über starrer Unterkonstruktion mit $\bar{E}_{WD} \leq E_u = \infty$
Einfluß-Breite Rand-/Ecke a (mm)	$1,0745 \cdot \left[\frac{E_{nom}}{\kappa} \right]^{1/4} \cdot d_{nom}$	$1,0745 \cdot \left[\frac{E_{nom} \cdot d_{nom}^3 \cdot d_{WD}}{\bar{E}_{WD}} \right]^{1/4}$
Erf. Nutzplattenstärke $d_{nom\ erf}$ (mm)	iterativ bestimmen ! $x \cdot \left[\frac{\kappa}{E_{nom}} \right]^{1/4} \cdot \left[\frac{\varphi Q_{vor}}{\sigma_{WD}} \right]^{1/2}$	$x \cdot \left[\frac{\bar{E}_{WD}}{E_{nom} \cdot d_{WD}} \right]^{1/3} \cdot \left[\frac{\varphi Q_{vor}}{\sigma_{WD}} \right]^{2/3}$
für Innenfeldbereich für R-/E-Bereich verdübelt für R-/E-Bereich un verdübelt	x = 0,658; y = 2,3; z = 1,0 x = 1,231; y = 0,6631; z = 2,0 x = 1,677; y = 0,3535; z = 2,0	x = 0,572; y = 2,3; z = 1,0 x = 1,315; y = 0,663; z = 2,0 x = 2,00; y = 0,3535; z = 2,0
Zul. Aufstandslast φQ_{zul} (N)	$y \cdot \sigma_{WD} \cdot d_{nom}^2 \cdot \left[\frac{E_{nom}}{\kappa} \right]^{1/2}$ durch d_{nom} bestimmt	$y \cdot \sigma_{WD} \cdot d_{nom}^{3/2} \cdot d_{WD}^{1/2} \cdot \left[\frac{E_{nom}}{\bar{E}_{WD}} \right]^{1/2}$
Resultierende Biege(zug-)spannung in Nutzplatte $\sigma_{r\ result}$	$z \cdot \frac{0,275 (1 + \mu)}{d_{nom}^2}$ $\left\{ \log \left[\frac{E_{nom} \cdot d_{nom}^4}{\kappa \cdot b^4} \right] - 0,436 \right\} \cdot \varphi Q_{vorh}$ durch d_{nom} bestimmt	$z \cdot \frac{0,275 (1 + \mu)}{d_{nom}^2}$ $\left\{ \log \left[\frac{E_{nom} \cdot d_{nom}^3 \cdot d_{WD}}{\bar{E}_{WD} \cdot b^4} \right] - 0,436 \right\} \cdot \varphi Q_{vorh}$

pro memoria : $\kappa_{iterativ} = \left[\frac{d_{WD}}{d_{nom}} \left(\frac{1}{\bar{E}_{WD}} - \frac{1}{E_u} \right) + \frac{0,83 \cdot E_{nom}^{1/3}}{E_u^{4/3}} \right]^{-1}$

(siehe auch "Begriffe")

└─ annehmen, variieren, bis aus $\kappa_{iterativ}$
Nutzplattenstärke $d_{nom\ erf} \equiv d_{nom}$ - Annahme.
Für Innenfeld- und Randbereiche resultieren
unterschiedliche κ -Werte !

• Auszug EMPA – Prüfungen

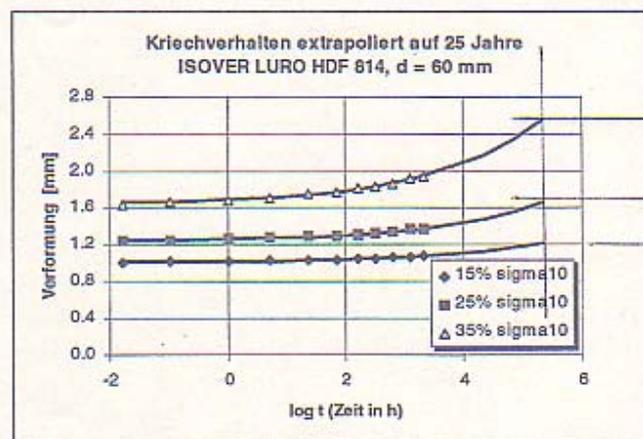
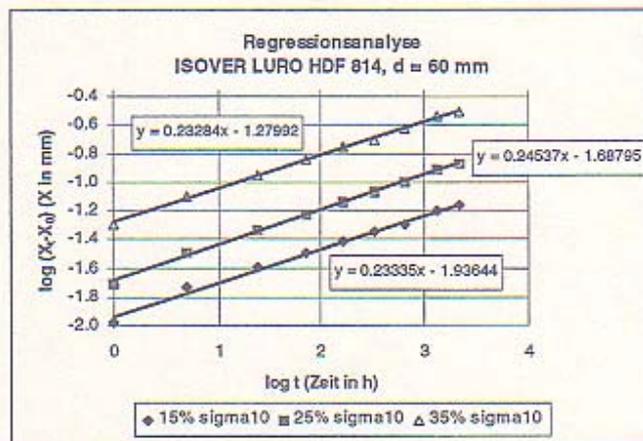
EMPA: Abteilung Bauphysik
 Auftraggeber: ISOVER AG, 8155 Niederhasli

Bericht-Nr. 168'803/7
 Seite 6 / 7

Die Anpassung einer Potenzfunktion für die Kriech-Verformung gemäss EN 1606, $X_t - X_0 = m \cdot t^b$, zwischen 1 h und 2184 h ergibt die folgenden Koeffizienten:

Belastung	m	b	r ²
15 % von σ_{10}	0.0116	0.233	0.992
25 % von σ_{10}	0.0205	0.245	0.998
35 % von σ_{10}	0.0525	0.233	0.998

Die Regression ist im folgenden Diagramm grafisch dargestellt. In der Grafik unten sind die Stauchungen in Prozent für die drei gewählten Laststufen auf rund 25 Jahre extrapoliert.

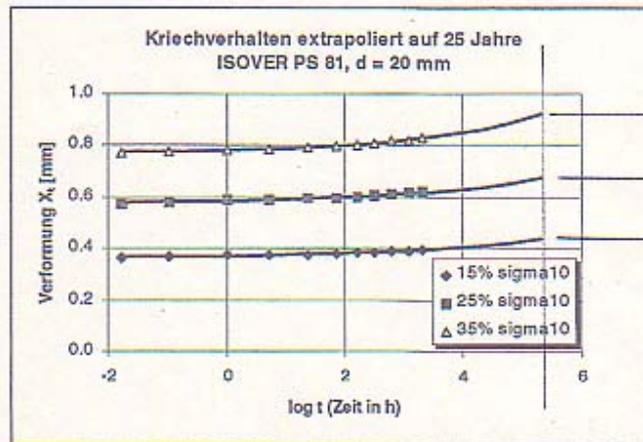
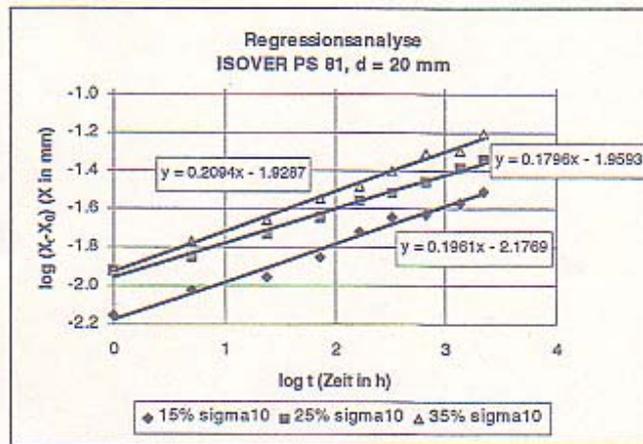


Wie gross ist ϵ bei $0,233 \cdot \sigma_{10}$? \rightarrow Repräsentativ
 $\hat{=} \sigma_t = 0,0114 \text{ N/mm}^2$

Die Anpassung einer Potenzfunktion für die Kriech-Verformung gemäss EN 1606, $X_t - X_0 = m \cdot t^b$, zwischen 1 h und 2184 h ergibt die folgenden Koeffizienten:

Belastung	m	b	r ²
15 % von σ_{10}	0.0067	0.196	0.982
25 % von σ_{10}	0.0110	0.180	0.989
35 % von σ_{10}	0.0118	0.209	0.994

Die Regression ist im folgenden Diagramm grafisch dargestellt. In der Grafik unten sind die Stauchungen in Prozent für die drei gewählten Laststufen auf rund 25 Jahre extrapoliert.

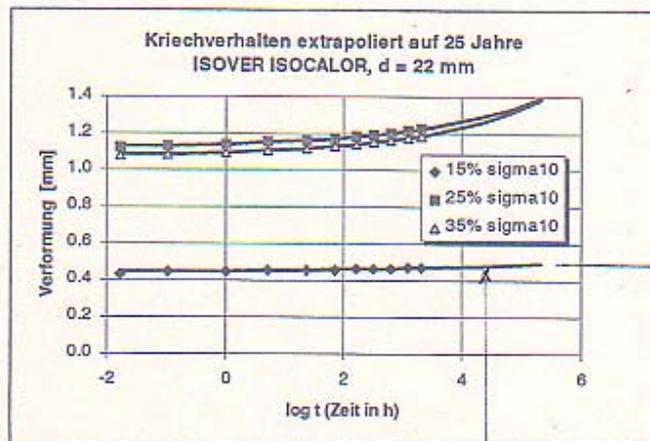
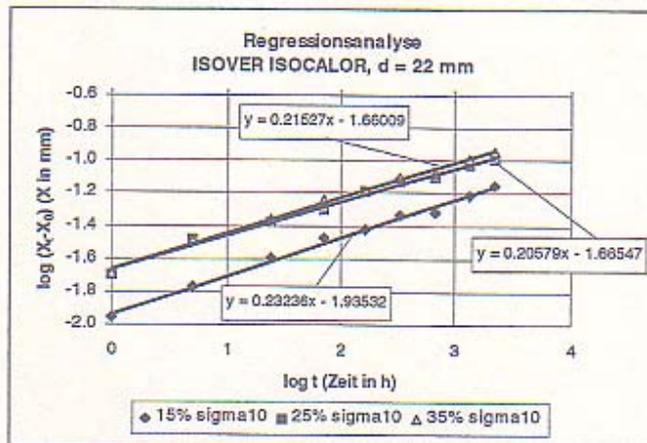


wie groß ist E bei $\frac{0.219 \cdot b_{10}}{6} \rightarrow$ Regressionskoeffizient
 $\hat{=} G_f = 0.0025 \text{ N/mm}^2$

Die Anpassung einer Potenzfunktion für die Kriech-Verformung gemäss EN 1606, $X_t - X_0 = m \cdot t^b$, zwischen 1 h und 2184 h ergibt die folgenden Koeffizienten:

Belastung	m	b	r ²
15 % von σ_{10}	0.0116	0.232	0.993
25 % von σ_{10}	0.0216	0.206	0.990
35 % von σ_{10}	0.0219	0.215	0.994

Die Regression ist im folgenden Diagramm grafisch dargestellt. In der Grafik unten sind die Stauchungen in Prozent für die drei gewählten Laststufen auf rund 25 Jahre extrapoliert.



0,10 mm / 22 mm
 $E \sim 0.0277$
 (= mangelhaft)

$\hat{=}$ gerade $0,15 \cdot \sigma_{10} = 0,0010 \frac{1}{\text{h}}$
 (= keine Regression auf)

• Nachweisbeispiel zu Tabelle I.D4

a) druckspannungs – bedingt:

OBJEKTBEZEICHNUNG: Beispiel a) zu Tabelle I.D4 (druckspannungs - bedingt)

Bedingungen für die Gültigkeit der Resultate:

- Abstand zwischen Einzellasten $s \geq 4023 \text{ mm}$
- Randbereich, Mass ab Fuge $a = 2682 \text{ mm}$

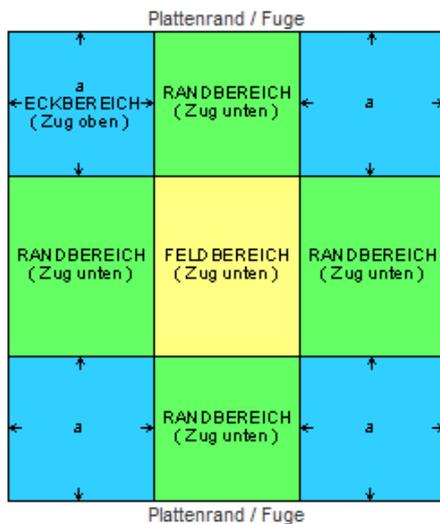
Resultate:

Die Ergebnisse basieren auf folgenden Eingaben:

KRITERIUM	LAGE DER EINZELLAST		
	Feld	Rand	Ecke
Zulässige Last [kN]	13.92	4.02	2.13
Biegezugspannung aus zulässiger Last [N/mm^2]	2.67	1.54	0.82
Biegemoment aus zulässiger Last [$\text{N} \cdot \text{m}$]	5389	3109	1654
Schubspannung aus zulässiger Last [N/mm^2]	0.5	0.22	0.15
Setzungsdifferenz Platten - Fuge aus zulässiger Last [mm]	-	0.83	0.83
Bettungsmodul für Hallenboden [N/mm^3]	0.0012		

	E-Modul [N/mm^2]	Stärke [mm]
HALLENBODEN		
Zementestrich ZE 30	34000	110
BETTUNGSSCHICHTEN		
Isocalor (22) + PS81 (20)	0.049	42
TRAGENDER UNTERGRUND		
Erdreich	100000	Halbraum
AUFSTANDSFLÄCHE:	2500 mm^2	
AUSBILDUNG FUGENRÄNDER:	unverdübelt / frei	

SCHEMA



FESTGELEGTE DRUCKSPANNUNG σ_{zul}
(GEBRAUCHSLAST - NIVEAU)

MATERIALTYP	σ_{zul}
FOAMGLAS T4 040	0.25 N/mm^2
FOAMGLAS T4	0.39 N/mm^2
FOAMGLAS S3	0.48 N/mm^2
FOAMGLAS F	0.74 N/mm^2
HIER BERÜCKSICHTIGT	0.001 N/mm^2

Mit $d_{UB} = 110 \text{ mm}$ ist die erlaubte Randlast $Q_{zul} \equiv$ der vorhandenen Last $Q_K = 4 \text{ kN}$
Die resultierende Biegezugspannung beträgt dabei bloss $\sim 1.54 \text{ N/mm}^2 < zul$.

b) biegespannungs – bedingt:

OBJEKTBEZEICHNUNG: Beispiel b) zu Tabelle I.D4 (biegespannungs - bedingt)

Bedingungen für die Gültigkeit der Resultate:

- Abstand zwischen Einzellasten $s \geq 3315$ mm
- Randbereich, Mass ab Fuge $a = 2210$ mm

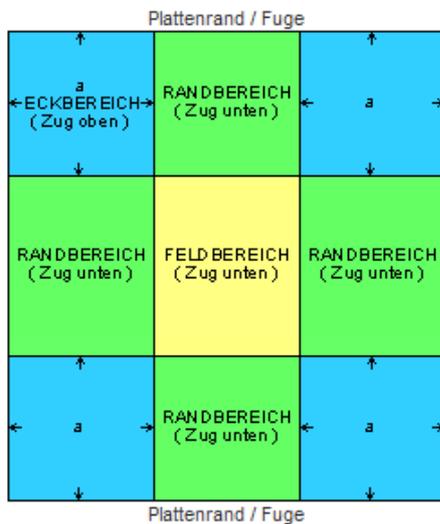
Resultate:

KRITERIUM	LAGE DER EINZELLAST		
	Feld	Rand	Ecke
Zulässige Last [kN]	9.39	2.71	1.44
Biegezugspannung aus zulässiger Last [N/mm^2]	2.88	1.66	0.88
Biegemoment aus zulässiger Last [$N \cdot m$]	3469	2002	1065
Schubspannung aus zulässiger Last [N/mm^2]	0.5	0.22	0.15
Setzungsdifferenz Platten - Fuge aus zulässiger Last [mm]	-	0.82	0.82
Bettungsmodul für Hallenboden [N/mm^3]	0.0012		

Die Ergebnisse basieren auf folgenden Eingaben:

	E-Modul [N/mm^2]	Stärke [mm]
HALLENBODEN		
Zementestrich ZE 30	34000	85
BETTUNGSSCHICHTEN		
Isocalor (22) + PS81 (20)	0.049	42
TRAGENDER UNTERGRUND		
Erdreich	100000	Halbraum
AUFSTANDSFLÄCHE:	2500 mm^2	
AUSBILDUNG FUGENRÄNDER:	unverdübelt / frei	

SCHEMA



FESTGELEGTE DRUCKSPANNUNG σ_{zul}
(GEBRAUCHSLAST - NIVEAU)

MATERIALTYP	σ_{zul}
FOAMGLAS T4 040	0.25 N/mm^2
FOAMGLAS T4	0.39 N/mm^2
FOAMGLAS S3	0.48 N/mm^2
FOAMGLAS F	0.74 N/mm^2
HIER BERÜCKSICHTIGT	0.001 N/mm^2

Bei $d_{UB} = 85$ mm wird die zul. Biegezugspannung mit $\sigma_{bz} \sim (4.0/2.71) \cdot 1.66 \sim 2.45$ N/mm^2 knapp ausgeschöpft. Der druckspannungs – bedingte Wert Q_{zul} beträgt aber bloss 2.71 kN! (< erf. = 4 kN). Massgebend bleibt hier somit (druckspannungs - bedingt) $d_{UB} = 110$ mm.