

## WARUM FOAMGLAS – UND POLYSTYROLDÄMMPLATTEN NICHT GLEICHZEITIG, RESPEKTIVE NICHT NEBENEINANDER EINGEBAUT WERDEN SOLLEN.

---

### *\*\*\* Vorbemerkung zur ZWEITAUSGABE*

*Der vorliegende Beitrag ist eine Anpassung an die ursprüngliche Abhandlung gleichen Titels von August 2012, welcher unter Berücksichtigung der speziellen Regelungen für <Last abtragende Dämmung> in Deutschland verfasst wurde. Zwar ist die „konstruktive Problematik“ der Mischbauweise für diesen Anwendungsbereich in der Schweiz selbstverständlich dieselbe wie in Deutschland oder anderswo. Hingegen ist hier die Festlegung von zulässigen Druckspannungen für <Last abtragende Dämmung> der Eigenverantwortlichkeit der Bauschaffenden übertragen. Theoretisch bedeutet dies, dass der Statiker – basierend auf zuverlässigen und nachvollziehbaren Angaben des Dämmstoffherstellers – die erlaubte Druckspannung und Bodenpressung des Gründungssystems im Einzelfall festlegt. Praktisch verhält es sich so, dass der Dämmstoffhersteller produktspezifische Empfehlungen zur erlaubten Beanspruchung seines Materials in einer Weise abgibt, die für den Planer nachvollziehbar und bedarfsweise überprüfbar sind.*

*Text und Beispiele in der vorliegenden Abhandlung sind daher nicht auf die zwingenden Randbedingungen des DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik), sondern auf die in der Schweiz gelebte Praxis ausgerichtet. Dazu wird im (bisherigen) Abschnitt: <1. Worum es hier geht> kurz auf die Festlegung von „zulässigen Druckspannungswerten“ eingegangen. Die im Anhang überarbeiteten Beispiele aus dem ursprünglichen Beitrag gehen von den entsprechend angepassten Rahmenbedingungen aus.*

*Trotz dieser „Länder spezifischen“ Anpassungen des Textes bleiben die Schlussfolgerungen, bzw. die „Abmahnung vor Mischbauweise“ selbstverständlich unverändert.*

### **1. Worum es hier geht**

Gründungsplatten unter beheizten Räumen, aber auch Streifenfundamente und gelegentlich sogar schwer belastete Einzelfundamente werden heute aus energetischen und bauphysikalischen Gründen erdseitig gegen unerwünschten Wärmeabfluss gedämmt.

Ausgangspunkt für die statische Bemessung des Gründungssystems bildet in solchen Fällen unter anderem die zulässige Druckspannung im Dämmstoff. Grundsätzlich kommen hierfür verschiedene Produkte in Betracht, sofern sie auch die entsprechende „bauphysikalische Eignung“ aufweisen. Mehrheitlich handelt es sich hierbei entweder um Schaumglasplatten

oder um (extrudierte) Polystyrol – Hartschaumplatten verschiedener „Härtegrade“. Nicht vergleichbar in mancherlei Hinsicht ist demgegenüber ein Aufbau unter Verwendung von an Ort eingebrachtem und verdichtetem Glasschotter, womit diese Anwendung hier auch nicht weiter erörtert werden soll.

Bei der Festlegung der zulässigen Druckspannung – bzw. der entsprechenden „Empfehlung des Herstellers“ – wurde bei den Schaumglasplatten, hier am Beispiel der Qualität <FOAMGLAS Typ T4+>, wie folgt verfahren:

Ausgehend von 590 Prüfkörpern nach EN 826 wurde eine mittlere Bruchfestigkeit von  $0.797 \text{ N/mm}^2$  mit empirischer Standardabweichung  $\pm 0.07505 \text{ N/mm}^2$  ermittelt – und in periodischen Stichproben laufend verifiziert. Unter Berücksichtigung des einseitigen Toleranzkoeffizienten ( $k_s$ ) für die (werkseitig frei festgelegte) 2.5% - Fraktile auf Vertrauensniveau 95% ( $\rightarrow k_s \sim 2.079$ ) resultiert eine für die weitere Berechnung massgebende, <Charakteristische (Bruch -)Festigkeit> von  $0.641 \text{ N/mm}^2$  (aus:  $0.797 - 0.07505 \cdot 2.079$ ). Diese kalkulatorische Bruchfestigkeit wird um den ebenfalls werkseitig frei festgelegten <Teilsicherheitsbeiwert Modell  $\gamma_M$ >, entsprechend Faktor 1.25, auf die zulässige Druckspannung unter Bemessungslast  $f_{cd} = 0.513 \text{ N/mm}^2$  heruntergebrochen. Für die Angabe der zulässigen Druckspannung unter Nenn – bzw. Gebrauchslast schliesslich, ist der Wert  $f_{cd}$  noch um den normativen (!) <Teilsicherheitsbeiwert Last  $\gamma_F = 1.4$ > auf die dokumentierte Angabe: Sigma zul. FOAMGLAS T4+ =  $0.36 \text{ N/mm}^2$  reduziert.

*Ergänzende Anmerkung: Es existiert zwischenzeitlich mit EN DIN 1055-100 respektive laut DIBt eine Regelung, wonach der Charakteristische Wert von Dämmstoffen durch die 5% - Fraktile (statt 2.5%- Fraktile) auf Vertrauensniveau 75% (statt 95%) bestimmt werden kann. Im Fall von FOAMGLAS T4+ hätte dies einen Wert von  $0.797 - 0.07505 \cdot 1.69 = 0.670 \text{ N/mm}^2$  zur Folge. Reduziert um den oftmals verwendeten Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M = 1.3$  (statt 1.25) würde dementsprechend eine zulässige Druckspannung unter Bemessungslast von  $0.515 \text{ N/mm}^2$  (statt der quasi – identischen  $0.513 \text{ N/mm}^2$ , siehe oben) resultieren.*

Bei den am Markt konkurrierenden, extrudierten Polystyrol – Hartschaumplatten (XPS) ist hingegen in der Regel nicht die Druckfestigkeit an sich, sondern vielmehr das Kriechverhalten unter Dauerlast, das heisst letztendlich, die Endverformung unter Lasteinwirkung das massgebende Bemessungskriterium. Auch hierzu gibt es international genormte Prüfverfahren, wobei nach einer „praktischen Labor – Belastung“ (Monate, Jahre) mittels Regressionsanalyse und Hochrechnung die mutmassliche Endverformung nach

bspw. 50 Jahren Lasteinwirkung prognostiziert wird. Diese Langzeitprüfung wird für ein und dasselbe Produkt unter verschiedenen Laststufen (unterschiedliche Dauerdruckspannungen) durchgeführt, so dass aus einer weiteren Regression (Findley –Parameter) über alle gewonnenen (bspw.) 50 – Jahres – Endwerte ein allgemein gültiger Zusammenhang zwischen (Dauer -) Druckspannung und (End -) Stauchungsmass gefunden wird. Für die (quasi - normative) Festlegung der zulässigen Dauerdruckspannung unter Bemessungslast wird alsdann jener Wert bestimmt, welcher ein Endstauchungsmass von ca. 3 % erwarten lässt. (Alternativ: Zulässige Nenn – bzw. Gebrauchsspannung für ein Endstauchungsmass von 2%).

Der in den nachfolgenden Beispielen verwendete <Dämmstoff XPS 700> ist dementsprechend mit einer zulässigen Druckspannung unter Bemessungslast von 355 kPa ( $0.355 \text{ N/mm}^2$ ) charakterisiert. Gleichzeitig ist damit der für die Verformungsberechnung am Objekt bedeutungsvolle Langzeit – Steifemodul (E-Modul) der XPS 700 – Dämmplatte mit  $E_{\text{Langzeit}} = (\sigma/\epsilon) \sim 12 \text{ N/mm}^2$  (resp.  $12 \text{ MN/m}^2$ ) festgelegt. Der E – Modul der konkurrierenden FOAMGLAS – Platte interessiert hier hingegen nicht, da er in der Regel deutlich über dem Steifemodul des anstehenden oder verdichteten Erdreichs liegt ( $\geq 100 \text{ N/mm}^2$ , resp.  $\geq 100 \text{ MN/m}^2$ ).

Für die folgenden Betrachtungen ist von Bedeutung, dass sich der Planer zwar an die genannten Festigkeitswerte halten wird, daneben aber über keine (normativen) Empfehlungen oder Hinweise bezüglich der Materialwahl erhält. Dieser „Spielraum“ in der Materialwahl führt gerne dazu, dass – entweder zwecks vermeintlicher Kostenersparnis, oder in der gutgemeinten Absicht, die Dämmstoffqualität auf die lokal unterschiedlichen Druckspannungen abzustimmen – konkurrierende Produkte wie zum Beispiel FOAMGLAS Typ T4+ und XPS 700 gleichzeitig unter einer Fundamentplatte eingebaut werden. Wie im Folgenden gezeigt wird, können aus solcher Mischbauweise erhebliche Risiken für die Gebrauchstauglichkeit oder gar die Tragsicherheit der Gesamtkonstruktion entstehen!

## **2. Das Problem mit der Verformung im Allgemeinen**

Hinsichtlich der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit des Tragwerks (sowohl der Flachgründung wie auch der aufgehenden Tragelemente wie Stützen, Wände und Decken) spielt nicht nur die Druckfestigkeit der Last abtragenden Dämmung, sondern ebenso deren Verformungsverhalten unter Dauerlast eine entscheidende Rolle. Während sich das Verformungsverhalten des auf FOAMGLAS gelagerten Bauwerks gegenüber direkter Erdreichlagerung (d. h. ohne Dämmung) dank der Inkompressibilität dieses Dämmstoffs nicht ändert, ist bei Lagerung auf kriechfähiger Polystyrolämmung – wie einleitend schon

ausgeführt – meistens die Verformungsbegrenzung unter Dauerlast massgebend. Das heisst in praktischer Hinsicht: Die erlaubte Druckspannung unter Bemessungslast ist für Polystyrol – Hartschaumplatten (XPS oder EPS) so festgelegt, dass daraus „auch in ferner Zukunft“ eine Materialstauchung / Einfederung von nicht mehr als 3% der Dämmstärke zu erwarten ist. Wird also eine Dämmplatte XPS 700 von beispielsweise 150 mm Stärke der erlaubten Druckspannung unter Bemessungslast, entsprechend 355 kPa, bzw. der entsprechenden Druckspannung von 250 kPa unter Gebrauchslast ausgesetzt, so werden damit lokale Langzeitverformungen (z. B. unter Stützen oder Fassadenpartien) von bis zu  $0.03 \cdot 150 \text{ mm} = 4.5 \text{ mm}$  in Kauf genommen.

Derartige Kriechverformungen (als Zuschlag auf die elastische Verformung des Erdreichs) übertragen sich auf das gesamte Tragwerk und erzeugen u. U. erhebliche Kräfte – und Spannungsumlagerungen in der Gründungsplatte sowie im tragenden Überbau. Solche (Stützen -) Verschiebungen müss(t)en für eine korrekte Bemessung als „äussere Beanspruchung“ ebenfalls in die Berechnung von Platte und Überbau eingeführt werden. Weil aber derartige „Berechnungen zweiter Ordnung“ oftmals als zu aufwändig erscheinen, erfolgt stattdessen die Kompensation resp. Vermeidung dieses Einflusses über eine entsprechende Verstärkung der Gründungsplatte – was zu einer gleichmässigeren Druckspannungsverteilung und Minderung der Spannungsspitzen führen kann.

Im **ANHANG** zeigt **Bild 1** diesen Zusammenhang unter definierten Randbedingungen für „Beanspruchung unter Einzellast“ und **Bild 2** sinngemäss für den Fall der Lasteinleitung durch eine „schlaffe“, d.h. gemauerte Tragwand.

Diese eben geschilderte, „Allgemeine Problematik“ ist hinlänglich bekannt und dient hier lediglich als Ausgangspunkt, um davon ausgehend zum speziellen (verschärften) Problem als Folge von „Mischbauweise der Dämmschichten“ überzuleiten. Grundsätzlich muss man sich aber fragen, ob die Festlegung einer erlaubten <Druckspannung unter Bemessungslast > für kriechfähige Dämmstoffe nicht besser in Abhängigkeit von variierten, d.h. vom Tragwerks - statiker vorzugebenden Endverformungen ausgehen sollte, so wie er sie im Einzelfall noch mit vernünftigen Aufwand in der Gebäudestatik berücksichtigen könnte.

Im **ANHANG** zeigt **Bild 3** – basierend auf den ausgewerteten Findley – Parametern für XPS 700 – die je nach Verformungsvorgabe und Planungshorizont anzunehmenden, <zulässigen Druckspannungen unter Bemessungslast>.

### 3. Das spezielle Problem als Folge der Mischbauweise

Die möglichen Gründe, weshalb fallweise verschiedene Dämmstoff - Materialien gleichzeitig zum Einsatz gelangen, sind eingangs aufgeführt. Solange es sich dabei um Produkte von gleicher Materialbasis (verschiedene FOAMGLAS – Qualitäten; verschiedene XPS – Qualitäten) handelt, ist dagegen nichts einzuwenden. Die relativen Verformungsunterschiede innerhalb ein und derselben Materialbasis sind baupraktisch belanglos. Nicht aber eine Kombination von (beispielsweise) FOAMGLAS und XPS – Hartschaum!

Die spezielle Problematik soll an zwei modellhaften Fällen erörtert werden.

#### 3.1 Ausgangslage: Erzwungene Gleichspannung im Boden unter steifem Überbau

Ist das Untergeschoss als Ganzes sehr steif ausgebildet (betonierte Tragwände in relativ kleinen Abständen zu einander), so erzwingt die Konstruktion über einer massiven, sehr biegesteifen Fundamentplatte im relativ weichen Untergrund eine annähernd gleichmässige Bodenpressung (und Dämmstoffspannung). Angenommen, diese belaufe sich unter Bemessungslast gerade etwa auf die für XPS 700 zulässigen 355 kPa.

Wenn nun der Planer „aus Sicherheitsgründen“, d.h. zur Vermeidung der zu erwartenden Kriechverformungen, entlang der umlaufenden Fassade inkompressibles FOAMGLAS, im „Innenbereich“ aber die vermeintlich kostengünstigere Lösung mit XPS 700 verwendet, so schafft er sich ein gründungstechnisches Problem:

Mit dem partiellen Austausch des einen Dämmstoffs durch den andern wird zwar die angrenzende, resp. „verbleibende“ XPS – Dämmung druckspannungsmässig entlastet (< 355 kPa), jene in der inkompressiblen FOAMGLAS – Dämmung dagegen entsprechend erhöht – u. U. auch über ihren zulässigen Wert hinaus. Je nach dem, wie sich die Flächenanteile darstellen, ergeben sich aus ursprünglich einheitlichen 355 kPa jedenfalls erhebliche Verschiebungen bezüglich Dämmstoff – und Bodenpressung.

Im **ANHANG** zeigen die **Bilder 4a und 4b** den Zusammenhang für definierte Randbedingungen. Diese Umlagerungen der Dämmstoff - und der Bodenpressung bewirken erhebliche Veränderungen in den ursprünglichen Berechnungsergebnissen. Was gründungstechnisch oftmals hergestellt werden muss – lokaler Bodenaustausch zur Erzielung einer möglichst gleichmässigen Lagerungssituation für das Gebäude – wird hier, so denn diese Gleichmässigkeit naturgemäss gegeben ist, durch die Mischbauweise in der Dämmstoffwahl unnötigerweise kompromittiert! Dies kann insbesondere bei sogenannten <Weissen Wannen>, welche auf absolute Rissfreiheit angewiesen sind, gefährlich werden.

### 3.2 Ausgangslage: Elastische Randbettung der Gründungsplatte unter Fassadenstützen

Namentlich bei nicht – unterkellerten Fundamentplatten / Hallenböden, deren Überbau meistens in Skelett – Bauweise mit konzentrierten Stützenlasten entlang des Plattenrandes resp. der Fassade erstellt wird, erfolgt ein Grossteil des Wärmeabflusses über den Boden entlang des Randbereiches via Erdreich ins Freie. Es ist daher naheliegend, dass, dem Umfang des beheizten Bodens folgend, der Randbereich unter der Fundamentplatte wesentlich stärker als die verbleibende „Grossfläche“ (wenn nicht gar exklusiv) gedämmt wird. Solange es sich hierbei um inkompressibles FOAMGLAS handelt, spielt die gewählte Dämmstärke ( $d \geq \text{Null}$ ) gegenüber dem ungedämmten, resp. schwächer gedämmten Bereich grundungstechnisch überhaupt keine Rolle.

Handelt es sich bei der (allenfalls ausschliesslichen) Randdämmung jedoch um ein kriechfähiges Material wie XPS oder EPS, so stellt sich dasselbe Problem dar, wie im Übergangsbereich zwischen verlegtem FOAMGLAS und angrenzendem XPS ganz allgemein. Es liegt ein „Sprung“ in der Bettungssituation vor, was neuerdings zu lokalen Last – und Spannungsumlagerungen im Plattenquerschnitt führt. Während willkürliche Materialwechsel unter der Gründungsplatte mit vernünftigem Rechenaufwand kaum erfasst werden können und allein schon deshalb auf die fragliche „Mischbauweise“ verzichtet werden sollte, kann die Konsequenz am Beispiel der (exklusiven) Randdämmung recht anschaulich verdeutlicht werden.

Im **ANHANG** zeigt **Bild 5** mit <Schema – Grundriss und Tabelle 1> den grossen Einfluss einer XPS – Dämmung auf den Bettungsmodul im Randbereich (und gegenüber dem Innenbereich) unter definierten Randbedingungen. Die Folge davon ist – hinsichtlich der unterschiedlichen Stützensenkungen – in **Bild 6** für die Plattenstärke  $d = 250$  mm dargestellt. Besonders markant aber ist die Zunahme der Gurtfeld – Momente als Folge, bzw. in Abhängigkeit der veränderten Bettungssituation, wie in **Bild 7** dargestellt.

Ähnliche Verschlechterungen für den Betonplatten – Querschnitt durch „Bettungssprünge“ als Folge ungleicher E – Moduli, wie hier für den stärker gedämmten Plattenrand dargestellt, ergeben sich grundsätzlich immer aus der kritisierten Mischbauweise – sind aber rechnerisch meistens nicht so einfach zu erfassen.

#### **4. Fazit**

Es bleibt eine zentrale Erkenntnis haften:

In analoger Weise, wie (beispielsweise) eine kraftschlüssig auf Zug geklebte Fläche nicht gleichzeitig mit ein paar „ergänzenden Sicherungsnägeln“ wirken kann:

*→ entweder es wirkt die verformungsfreie Klebung - der Nagel dagegen überhaupt noch nicht, oder die verformungsbedingte Tragfähigkeit des Nagels steht ohne jede Klebeunterstützung da*

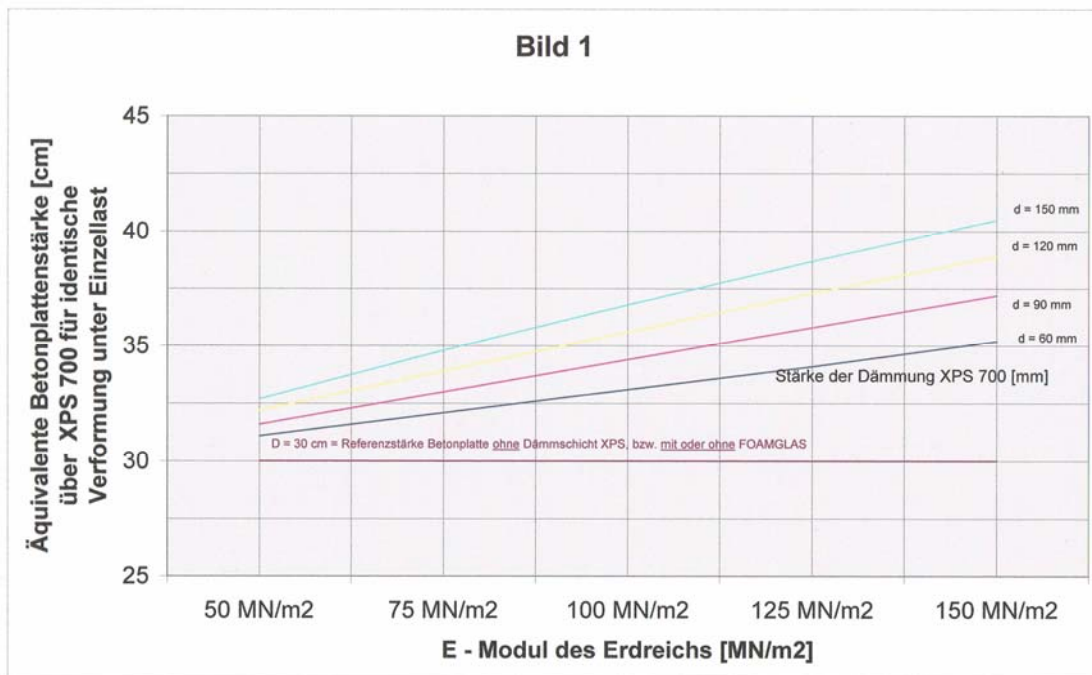
verhält es sich im Prinzip auch bei Mischbauweise mit Dämmstoffen von unterschiedlichem Druck -/ Stauchungsverhalten (E – Modul), denn

*→ aus erzwungener, identischer Stauchung von ungleichen Dämmstoffen werden – auch bei gleicher zulässiger Druckspannung – u. U. sehr ungleiche Pressungen übertragen, womit nicht nur die Fundamentplatte, sondern der tragende Rohbau als Ganzes entgegen den Erwartungen beansprucht wird.*

**Bei statisch relevanten Dämmstoff – Anwendungen ist Mischbauweise daher tunlichst zu vermeiden!**

April 2013 / Ba.

## ANHANG



Randbedingungen:

$E_{\text{Langzeit}}$  – Modul XPS 700 ca. 12 MN/m<sup>2</sup>; E – Modul Betonplatte d =30 cm ca. 30 GN/m<sup>2</sup>

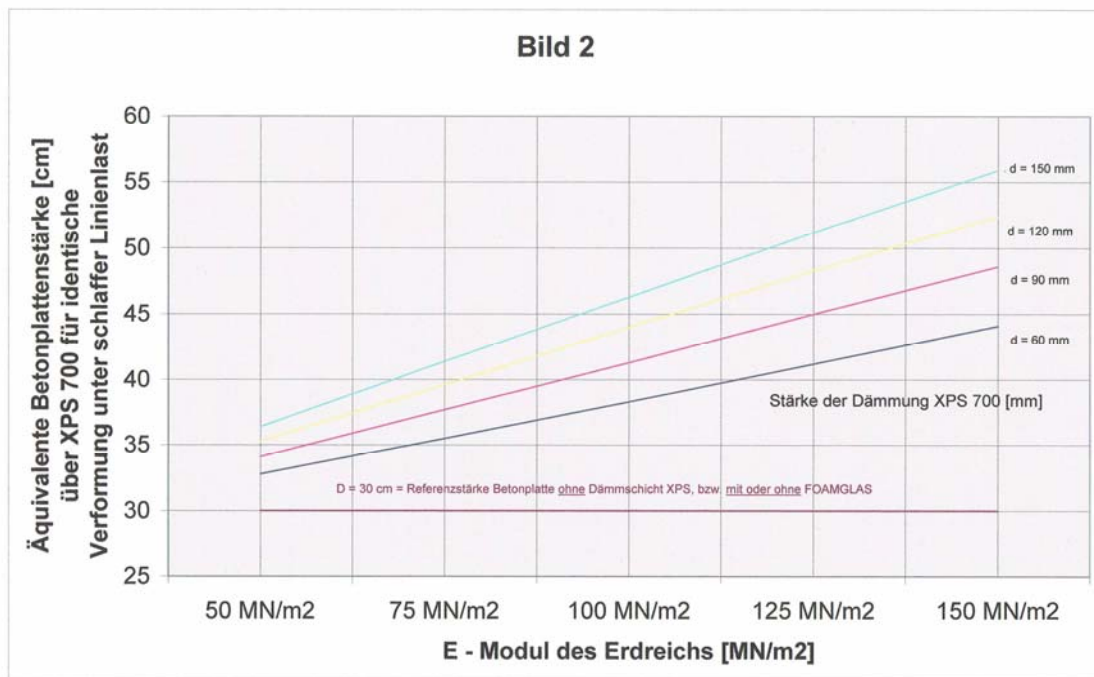
Quelle und thematische Vertiefung:

[LINK zum ONLINE - BERECHNUNGSTOOL 2d - Flachgründung auf Wärmedämmschicht.zip](#)

### Fazit bezüglich Mischbauweise:

Wird bei einer auf inkompressibler Dämmschicht aufliegenden Fundamentplatte ein Teil der Gründungsfläche durch kriechfähige Dämmung (bei unveränderter äusserer Lasteinwirkung) ersetzt, muss / müsste in diesen Bereichen die Betonplatte gegen erhöhte Verformungen unter den Einzellasten verstärkt werden. Falls dies baupraktisch nicht möglich ist, entstehen als Folge der Mischbauweise unkalkulierte Plattenverformungen und Biegespannungen sowie Zwangsspannungen im statischen Überbau. Mischbauweise ist demzufolge prinzipiell abzulehnen!





Randbedingungen:

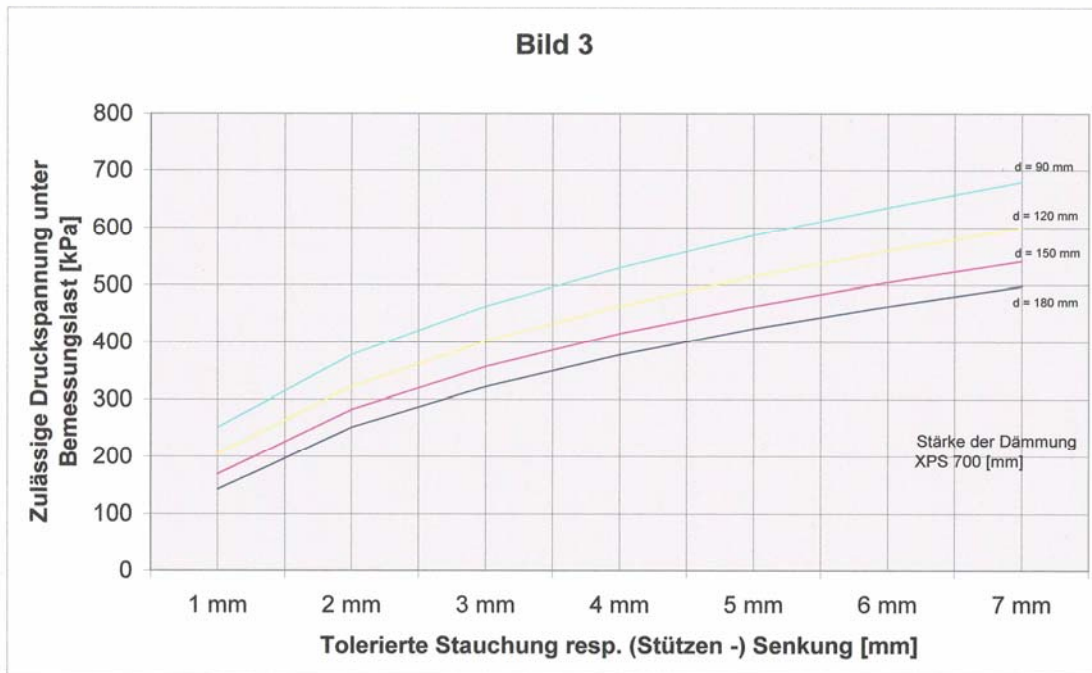
$E_{\text{Langzeit}}$  – Modul XPS 700 ca. 12 MN/m<sup>2</sup>; E – Modul Betonplatte d = 30 cm ca. 30 GN/m<sup>2</sup>

Quelle und thematische Vertiefung, weiterhin:

[LINK zum ONLINE - BERECHNUNGSTOOL 2d - Flachgründung auf Wärmedämmschicht.zip](#)

#### Fazit bezüglich Mischbauweise:

Es gilt weiterhin das zu Bild 1 schon Gesagte. Handelt es sich dabei aber um einen „ausgetauschten“ Flächenbereich unterhalb einer tragenden, nicht aber kraftschlüssig mit der Foundation verbundenen Wand aus Mauerwerk, so wird diese – bei fehlender Verstärkung der Gründungsplatte – als Folge der „nachgiebigen Unterlage“ gezwungen, die Lasten „quasi – selbsttragend“ als Wandscheibe zu übernehmen. Dies führt zwangsläufig zu Horizontalrissen im Mauerwerk, was im Umkehrschluss auch hier eine Mischbauweise in der Last abtragenden Dämmebene verbietet.



Randbedingungen:

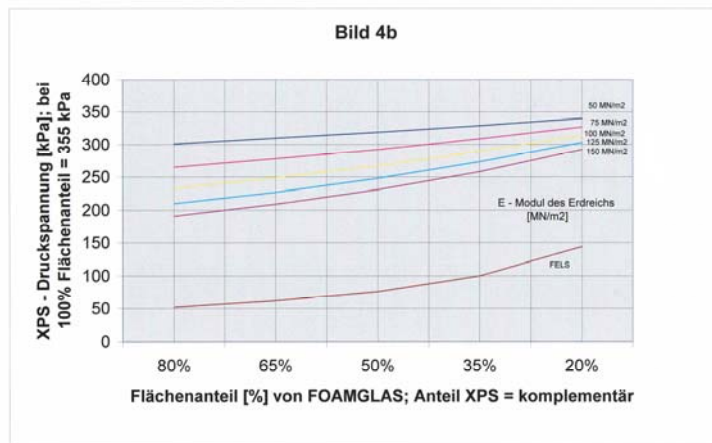
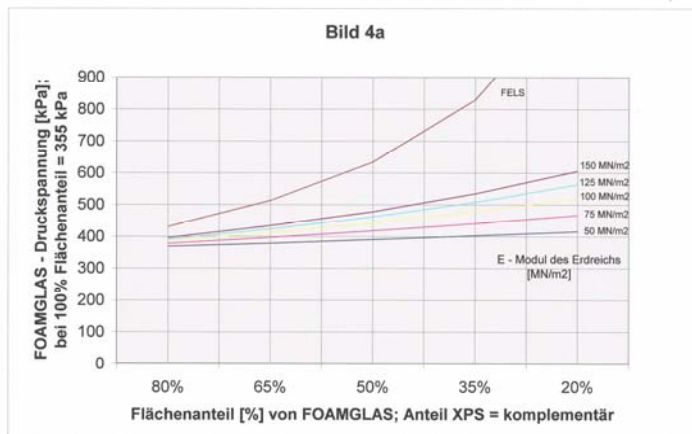
$E_{\text{Langzeit}}$  – Modul XPS 700 ca.  $12 \text{ MN/m}^2$ ;  $E_{\text{Kurzzeit}}$  – Modul XPS 700 ca.  $40 \text{ MN/m}^2$ ; Planungshorizont 50 Jahre

Quelle und thematische Vertiefung:

[Freie Bemessung von XPS - Dämmplatten unter Dauerlast.zip](#)

**Fazit bezüglich Mischbauweise:**

Soll Mischbauweise, d.h. FOAMGLAS - und XPS - Dämmung nebeneinander unter ein – und derselben Gründungsplatte, z. B. aus vermeintlichen Kostengründen realisiert werden, so muss sich die zulässige Druckspannung der kriechfähigen XPS – Dämmung nach der tolerierten Verformung / Stützensenkung richten, wie sie allein als Folge der Erdreichbettung (bzw. FOAMGLAS – Lagerung) entstünde. Dies wiederum würde entsprechende (lokale) Anpassungen der Gründungsplatte bedingen, was bautechnisch kaum je realisierbar ist.



Randbedingungen:

$E_{\text{Langzeit}}$  – Modul XPS 700 ca. 12 MN/m<sup>2</sup>; E – Modul FOAMGLAS ~ 100 MN/m<sup>2</sup>; E – Modul Erdreich = variabel  
 $d_{\text{Dämmschicht}} = 150 \text{ mm}$

Quelle und thematische Vertiefung:

[Spannungsverteilung in Bettungsschichten mit zwei verschiedenen Steifemoduli.zip](#)

#### Fazit bezüglich Mischbauweise:

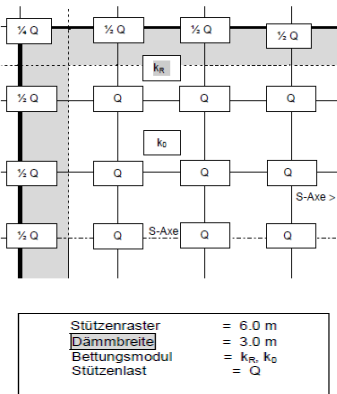
Wird zum Beispiel an eine erste, unterkellerte Bauetappe mit erdseitiger Fundamentdämmung an der aufgehenden Kellerwand im „Höhenversatz“ die Fundation einer zweiten Bauetappe mit identischer Dämmung fugenlos angeschlossen, so findet zwischen den Lasten aus Etappe 1 und Etappe 2 druckspannungsmässig ein Ausgleich statt: Die beiden Fundamente unter der Kellerwand wirken nun wie ein Fundament. Wird unter der einen Etappe FOAMGLAS, unter der zweiten aber XPS verwendet, so findet als Folge der unterschiedlichen E – Moduli des Untergrundes eine ungewollte Spannungsumlagerung in Abhängigkeit der mit FOAMGLAS – resp. XPS Dämmung versehenen Flächenanteile statt.

**Bild 4a** zeigt den Zuwachs an Druckspannung im FOAMGLAS – ausgehend von ursprünglichen 355 kPa bei 100% Flächenanteil.

**Bild 4b** zeigt die Abnahme an Druckspannung im XPS 700 – ausgehend von ursprünglichen 355 kPa bei 100% Flächenanteil.

### BILD 5

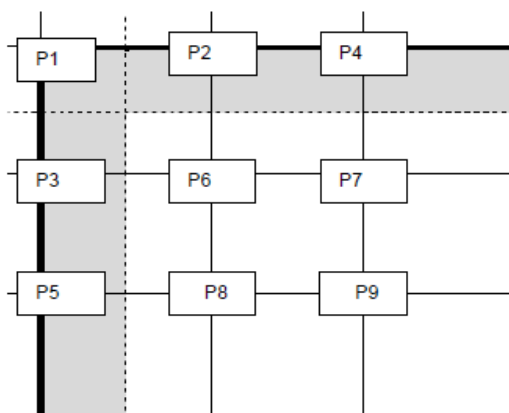
Schema – Grundriss:



XPS [mm]	Betonplatte d = 250 mm		Betonplatte d = 400 mm	
	Bettungsmodul [MN/m <sup>3</sup> ]		Bettungsmodul [MN/m <sup>3</sup> ]	
0	68	68	42	42
50	55		37	
80	49		34	
100	45		32	
120	42		31	
150	39		29	

**Tabelle 1:** Bettungsmoduli für Cedrus – Berechnung je nach Lagerungsbedingungen (E-Modul Erdreich = 100 MN/m<sup>2</sup>  
 $E_{Lagerzeit}$  – Modul XPS700 = ca. 12 MN/m<sup>2</sup>)

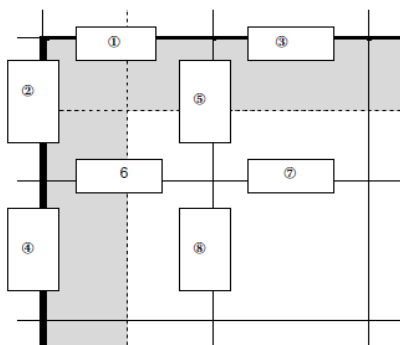
### BILD 6



**Tabelle 2:** Bezogene Setzungen (lokale Einsenkung / lokale Last in [mm · 10<sup>6</sup>]) je nach Lage und Bettungssituation. Für Bodenplatte d = 250 mm

Position	Betonplatte d = 250 mm					
	XPS – Dämmschicht [mm]					
	0	50	80	100	120	150
P1	17.2	19.2	20.7	21.7	22.3	23.2
P2 / P3	7.0	7.4	7.8	8.0	8.4	8.6
P4 / P5	7.0	7.4	7.8	8.0	8.4	8.6
P6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
P7 / P8	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
P9	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

### BILD 7



Position	Betonplatte d = 250 mm					
	XPS – Dämmschicht [mm]					
	0	50	80	100	120	150
① / ②	± 0	+4.9	+7.5	+9.1	+10.5	+12.1
③ / ④	± 0	+18.8	+32.4	+37.7	+38.2	+38.6
⑤ / ⑥	± 0	+4.9	+7.5	+9.1	+10.5	+12.1
⑦ / ⑧	± 0	± 0	± 0	± 0	± 0	± 0

Randbedingungen: **Bild 5** siehe **Tabelle 1**; **Bild 6** siehe **Tabelle 2**;

**Bild 7:** Prozentuale Zunahme der Feldmomente im Gurtbereich; für Betonplatte d= 250 mm

Quelle und thematische Vertiefung: [Flachgründung auf Dämmschicht.pdf](#)

**Fazit bezüglich Mischbauweise:** In gleicher Weise, wie eine ausschliessliche oder verstärkte Dämmung mit kriechfähigem Dämmstoff des Plattenrandes zu dessen zusätzlicher Beanspruchung (Einfederung → Bild 6, Biegemomente → Bild 7) führt, erzeugt die Mischbauweise unter einer Gründungsplatte partiell deutlich höhere Beanspruchungen als wie bei einheitlicher Dämmung erwartet.

April 2013 / Ba.