



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

**Mitteilungen des Institutes und der Versuchsanstalt für Geotechnik
der Technischen Universität Darmstadt**

Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Rolf Katzenbach

**Vorträge zum 19. Darmstädter Geotechnik-Kolloquium
am 15. März 2012**

Zusammengestellt von Dipl.-Ing. Tereza Ruppert

Gründung auf Wärmedämmung – Statik versus Bauphysik

Dr.-Ing. Uwe Lehmann

Prüfsachverständiger für Erd- und Grundbau, Limburg

Dr.-Ing. Christian Gutberlet

GeoIngenieure Fruchtenicht + Lehmann GmbH, Wiesbaden

Dipl.-Ing. Norbert Herzog

Ingenieurbüro für Baustatik Norbert Herzog, Offenbach

Gründung auf Wärmedämmung – Statik versus Bauphysik

Dr.-Ing. Uwe Lehmann

Prüfsachverständiger für Erd- und Grundbau, Limburg

Dr.-Ing. Christian Gutberlet

GeoIngenieure Fruchtenicht + Lehmann GmbH, Wiesbaden

Dipl.-Ing. Norbert Herzog

Ingenieurbüro für Baustatik Norbert Herzog, Offenbach

1 Einleitung

Seit 2002 gilt in Deutschland die Energieeinsparverordnung (EnEV), zuletzt 2009 novelliert. Damit werden insbesondere für Neubauten hohe Anforderungen an die Energiebilanz gestellt, die sich in intensiven Dämmmaßnahmen zur Minimierung von Wärmeverlusten äußern.

Solange diese Dämmungen horizontal auf oder unter Fußböden oder vertikal vor Kellerwänden angeordnet werden, treten keine besonderen geotechnischen Fragen auf.

Insbesondere bei Häusern im Passivhausstandard sehen diese Dämmmaßnahmen jedoch zunehmend auch die Installation dämmender Materialien unter lastabtragenden Gründungsplatten und Fundamenten vor, um Wärmeverluste über das Erdreich zu minimieren. Die hierfür gewünschte geringe Wärmeleitfähigkeit ist jedoch meistens mit geringen Steifigkeiten und Tragfähigkeiten der jeweiligen Materialien (z.B. Polystyrolplatten, Schaumglasschotter) gekoppelt.

Mit dem vorliegenden Beitrag soll der physikalische Widerspruch zwischen den beiden diametral gegenläufigen Anforderungen aus Haustechnik und Statik (Geotechnik) beleuchtet werden (siehe Bild 1). Lösungswege aus diesem Spannungsfeld werden anhand zweier Projektbeispiele dargestellt.



Bild 1 Entgegengesetzte Anforderungen an Tragfähigkeit und Dämmwirkung



2 Grundlagen des Wärmetransportes

Wärmetransport erfolgt im Allgemeinen über die drei Mechanismen (siehe auch Bild 2)

- Konduktion (z.B. Wärmeleitung innerhalb von Baustoffen),
- Konvektion und
- Wärmestrahlung.



Bild 2 Die drei Mechanismen des Wärmetransportes (Sedlbauer & Krus 2009)

Für die vorliegende Fragestellung beschränken wir uns im Folgenden ausschließlich auf die Konduktion. Der konduktive Wärmetransport wird über folgende Gleichung dargestellt:

$$q = \frac{\Phi}{A} \quad (1)$$

mit: q Wärmestromdichte
 Φ Wärmestrom
 A betrachtete Querschnittsfläche

Der Zusammenhang zwischen Wärmestromdichte q und dem Temperaturfeld ϑ wird über die Wärmeleitfähigkeit λ hergestellt:

$$q = -\lambda \text{ grad } (\vartheta) \quad (2)$$

Gleichung 2 besagt, dass die Wärme stets von höheren zu niedrigen Temperaturen fließt. Dieser Zusammenhang kann – in Analogie zur Grundwasserströmung – über ein Potenzialnetz dargestellt werden (siehe auch Bild 3). Die Potenziallinien sind hierbei dann die Isothermen (Linien gleicher Temperatur), auf welchen die Wärmestromlinien (auch Adiabaten genannt) lotrecht stehen.

Für baupraktische Berechnungen werden i.d.R. ebene und stationäre Zustände angenommen. Damit ist die Wärmestromdichte q im betrachteten Querschnitt konstant. Die Temperaturgradienten innerhalb einer Schicht sind damit ebenfalls konstant. Damit kann der Wärmedurchlasswiderstand R vereinfacht als Quotient der Schichtstärke d und der zugehörigen Wärmeleitfähigkeit λ berechnet werden:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (3)$$

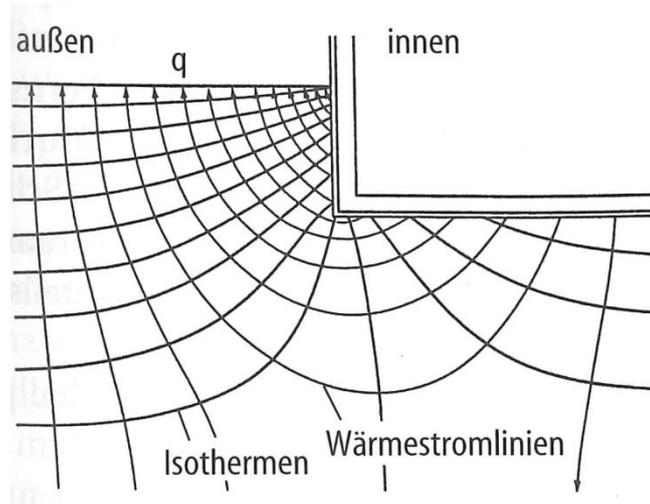


Bild 3 Potenzialnetz des Wärmestromes am Beispiel von Erdreich und Kellergeschoss (Bachmann 2002)

Bei hintereinander liegenden Schichten addieren sich die Wärmedurchlasswiderstände R_i ; hinzu kommen die Wärmeübergangswiderstände innen (R_{si}) und außen (R_{se}) (siehe Bild 4). Damit kann der Wärmedurchgangskoeffizient U berechnet werden:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + \sum_{k=1}^n R_k} \quad (4)$$

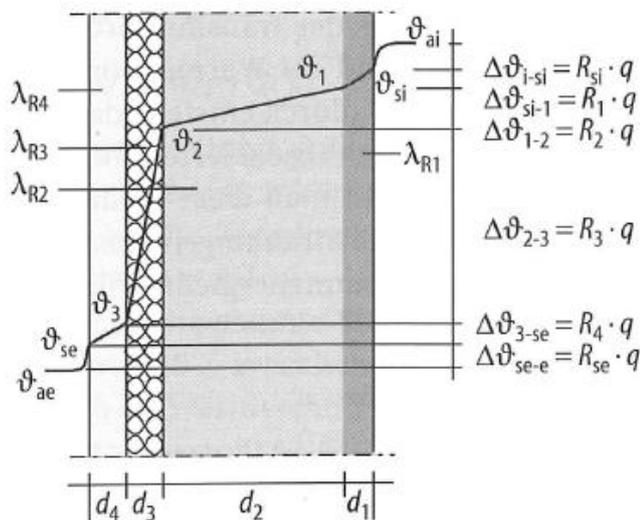


Bild 4 Abhängigkeit der Temperatur von Wärmedurchlasswiderständen in einer exemplarischen Wand (Setzer 2002)

Für weitere Details wird z.B. auf Setzer (2002) verwiesen.

3 Bauphysikalische und baustatische Anforderungen von Dämmmaterialien

Die Energieeinsparverordnung in ihrer Fassung von 2009 gibt für Neubauten – primär im Wohn- und Gewerbesektor – klar definierte Anforderungen vor. Die Anforderungen richten sich beispielsweise bei Wohngebäuden an den Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Kühlung. Weitere Anforderungen ergeben sich z.B. aus der anvisierten Gestaltung als Passivhaus bzw. der angestrebten Inanspruchnahme von Fördermitteln. Einige Städte oder Landkreise haben sich ferner eine Selbstverpflichtung auferlegt, öffentliche Neubauten nur noch im Passivhausstandard zu bauen.

Der Jahres-Primärenergiebedarf darf nach der EnEV den entsprechenden Wert eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung mit der in der Verordnung angegebenen technischen Referenzausführung nicht überschreiten. Für erdberührte Bauteile gilt nach EnEV für den Wärmedurchgangskoeffizient der Referenzwert $U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Das bedeutet jedoch nicht, dass die Plattengründung eines Neubaus einen Wärmedurchgangskoeffizient $U \leq 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ aufweisen muss. Ein höherer U-Wert im Gründungsbereich kann z.B. durch bessere Dämmung der Fassaden oder durch den Einsatz erneuerbarer Energien (z.B. Geothermie) ausgeglichen werden.

Da ein geforderter oder benötigter niedriger Primärenergiebedarf nicht alleine durch den Einsatz erneuerbarer Energien erzielt werden kann, resultiert hieraus die Notwendigkeit der Verwendung von Dämmmaterialien, d.h. von Materialien mit sehr geringer Wärmeleitfähigkeit.

In diesem Zusammenhang sind Wärmebrücken zu vermeiden. Das klassische Streifenfundament wird wegen der für Dämmungen ungünstigen Geometrie i.d.R. durch Bodenplatten ersetzt (Bild 5). Dies gilt auch bei besten Baugrundverhältnissen, wo aus rein statischer Sicht Einzel- oder Streifenfundamente sinnvoller und wirtschaftlicher sind.

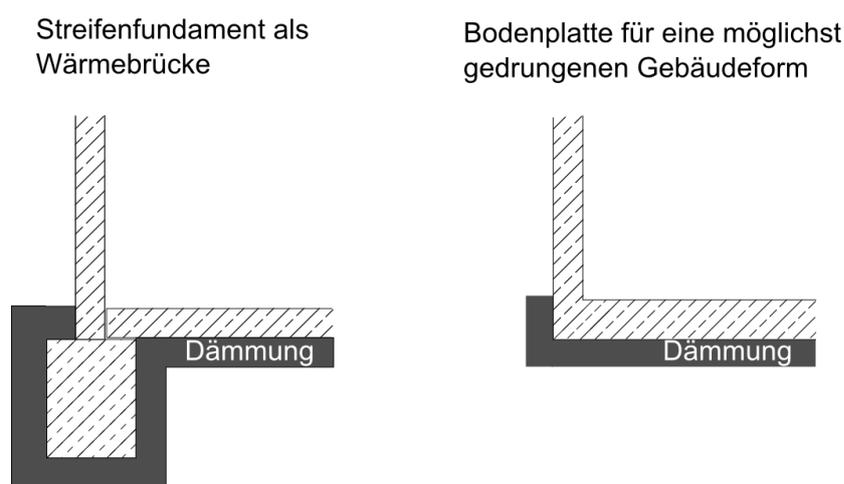


Bild 5 Klassisches Streifenfundament und Bodenplatte mit Dämmung

Dämmstoffe im Allgemeinen sind z.B. Steinwolle, Polystyrolplatten oder gar Naturdämmstoffe (Holzfaser, Hanf, Schilf). In nachstehender Tabelle 1 finden sich einige ausgewählte Wärmeleitfähigkeiten für baurelevante Materialien, welche die plakative Aussage von Bild 1 belegen (*zusätzlich zur Schriftfassung siehe Vortragsfolie im Anhang*).

Stoff	Wärmeleitfähigkeit [W/(mK)]	Elastizitätsmodul [MN/m ²] (Größenordnung)
Stahl	(je nach Legierung) 15 – 58	210.000
Beton	2,1	30.000
Porenbeton	0,08 – 0,25	1200 – 3000
Polyurethan	0,024 – 0,035	20 – 1000

Tab. 1 Exemplarische Wärmeleitfähigkeiten und Steifigkeiten
(tw. aus Hegger et al. 2005, Hegger et al. 2007)

Es besteht somit ein Widerspruch zwischen den Anforderungen aus der Bauphysik und der Fundament-Statik (Geotechnik). Dies gilt umso mehr, je höher die Lasten sind, die durch ein Fundament (über eine zwischengeschaltete Dämmung) auf den Baugrund zu übertragen sind.

In den nachfolgenden Abschnitten werden am Beispiel zweier realisierter Projekte Lösungen aus diesem Spannungsfeld mit dem Fokus auf der Vertikallastableitung aufgezeigt.

Die Ableitung von Horizontallasten über Wärmedämmungen ist ein ebenso wichtiges Thema. Die Dämmstoffe können keine oder nur geringe Horizontallasten aufnehmen. Deren Ableitung erfordert i.d.R. besondere Maßnahmen, wie z.B. einen Erddrucksporn (siehe Bild 6).

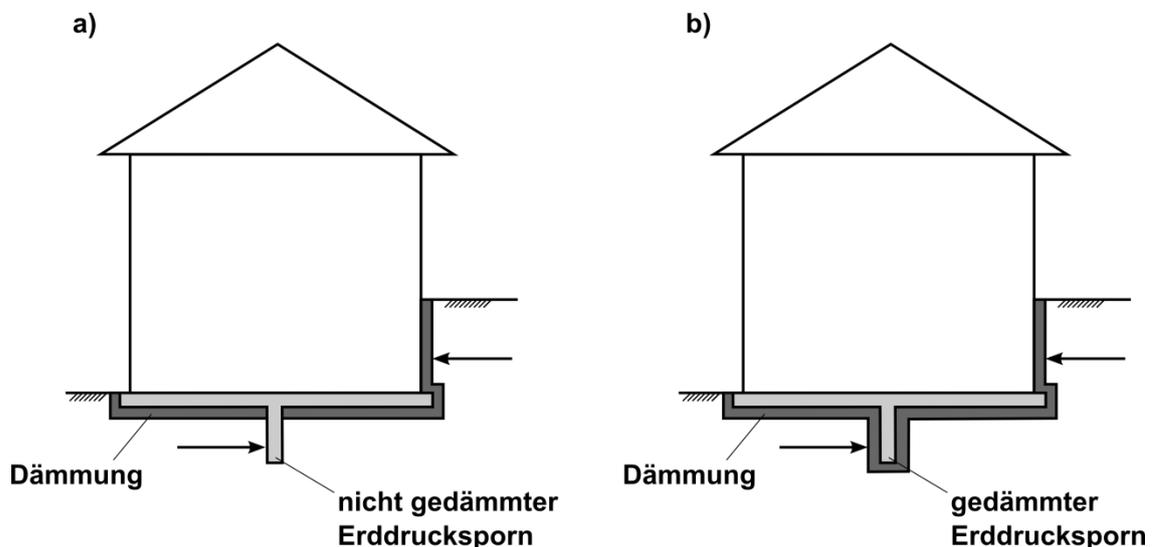


Bild 6 Schematische Darstellung eines Erddruckspornes:
a) ohne Dämmung am Sporn; b) mit gedämmtem Sporn

Der Erddrucksporn stellt ungedämmt wiederum eine unerwünschte Wärmebrücke dar (Bild 6a). Wird er aber gedämmt (Bild 6b) ist dies auf der Baustelle nur schwierig mit viel Handarbeit

realisierbar und wirft in horizontaler Richtung wieder Fragen zur Lastaufnahmefähigkeit auf. Diese betreffen nicht nur den Dämmstoff selbst, sondern auch die Verfüllqualität des Arbeitsraumes zur Mobilisierung des passiven Erdruckes.

4 Projektbeispiel 1: Dämmplatten

Bei einem teilunterkellerten Mehrfamilienhaus in Kelsterbach besteht der Baugrund aus einer schluffigen, oberbodenartig geprägten Sandschicht bis ca. 0,5-1 m Tiefe, die eine lockere Lagerung und geringe Festigkeit und Steifigkeit aufweist. Darunter schließen sich die Sande und Kiese der Kelsterbacher Hochterrasse an, die sich erfahrungsgemäß ohne nennenswerte Schwächezonen bis in vergleichsweise große Tiefen erstrecken. Die Tragfähigkeit dieser Terrassenschicht ist sehr gut.

Die geotechnisch sinnvollste Gründung – insbesondere für den nicht unterkellerten Part – ist die Ausnutzung der hier möglichen hohen zulässigen Sohldrücke in der Größenordnung von 400-500 kN/m² über Einzel- und Streifenfundamente. Die Fundamente müssen hierzu bis auf den Sand-Kies mit maximal 1 m Tiefe geführt werden, was nur wenig Mehraufwand gegenüber der frostsicheren Gründungstiefe bedeutet. Die Setzungen sind hier selbst bei Ausnutzung der hohen Sohldrücke für übliche Hochbauanforderungen vernachlässigbar klein.

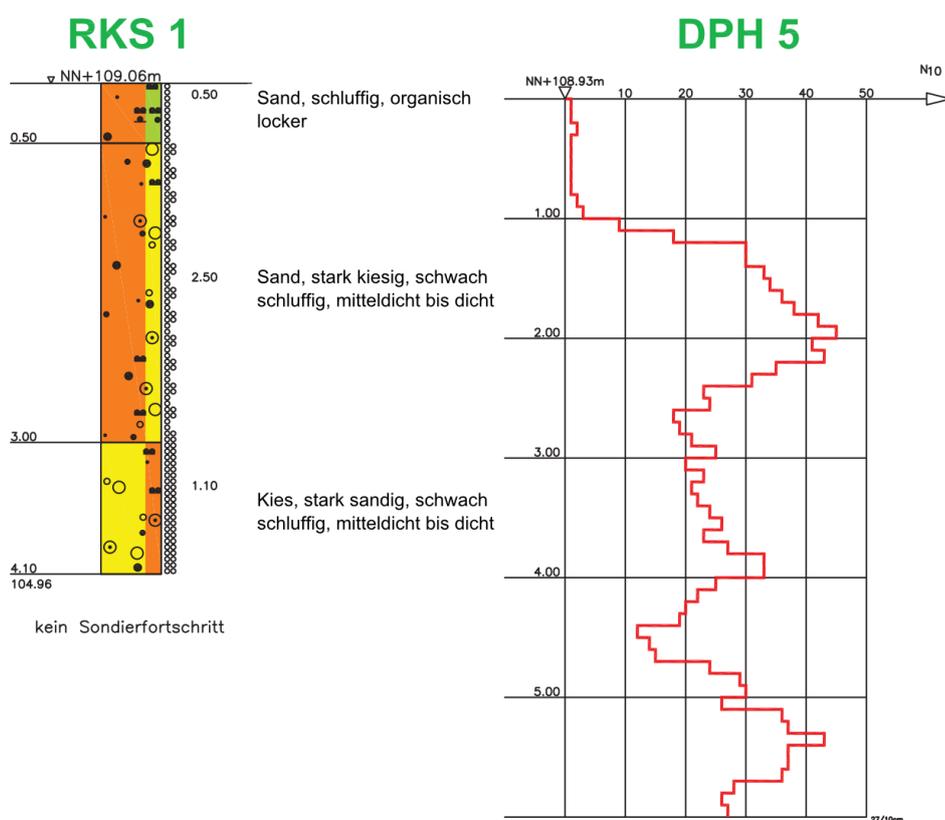


Bild 7 Exemplarische Baugrundprofile für Projekt 1

Die entsprechende Gründungsempfehlung des Geotechnik-Ingenieurs wurde nicht realisiert. Hierfür gab es zwei Gründe:

1. Die Streifenfundamente wirken (analog zu Kühlrippen) als Wärmebrücken, über welche der Wärmedurchgang durch die gesamte Gründung samt Fußboden sehr groß wird.
2. Für wirtschaftliche Streifenfundamente müssen die hohen Sohldrücke ausgenutzt werden. Damit wird an diesen Stellen die Druckfestigkeit des eingeplanten Dämmmaterials (Polystyrolplatten) deutlich überschritten. Die Fundamente müssten somit trotz bester Baugrundverhältnisse auf einen deutlich reduzierten Sohldruck in Höhe der Druckfestigkeit der Dämmung bemessen werden (aus statischer Sicht unwirtschaftlich).

Damit kam nur eine Plattengründung in Frage. Während dies für den unterkellerten Bereich eine auch geotechnisch sinnvolle Lösung darstellt, mussten wegen der Gebäudeanordnung für den nicht unterkellerten Bereich (OK FFB ca. 20 cm über dem Gelände) Zusatzaufwendungen eingeplant werden.

- Der nicht ausreichend tragfähige schluffig-organische Sand sollte vollflächig gegen tragfähiges Material (gut verdichteter Schotter oder Aushub aus dem unterkellerten Bereich) ausgetauscht werden.
- Der schluffig-organische Sand war wegen der Zuordnungsklasse Z2 nur mit erheblichen Mehrkosten abzufahren.

In Zusammenarbeit mit dem Tragwerksplaner wurde ein Konzept erarbeitet, mit dem der kostenintensive Bodenaustausch vermieden werden konnte.

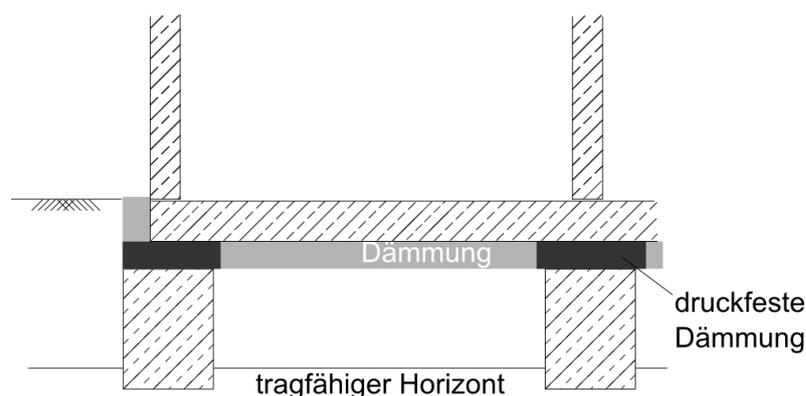


Bild 8 Realisierte Gründung (Schemaskizze)

Für die Abtragung der hier unproblematischen Horizontallasten wurde der unterkellerte Gebäudeteil herangezogen

Der vertikale Lastabtrag findet über eine Bodenplatte statt. Diese wurde unter Zwischenschaltung von (druckfesten und damit teureren) Dämmplatten unter den Wänden auf Streifenfundamente

aufgelegt (Bild 8). In den Zwischenbereichen wurde der Bodenplatte eine nur geringe Bettung zugeordnet, weswegen hier Dämmplatten mit geringen statischen Anforderungen ausreichten.

Auch die Druckfestigkeit der höherwertigen Dämmplatten (Bemessungswert der Druckspannungen $f_{cd} = 255 \text{ kN/m}^2$) liegt unterhalb des bodenmechanisch zulässigen Sohldruckes. Die Mehrkosten aus der nicht vollständigen Ausnutzung des bodenmechanisch zulässigen Sohldruckes wurden in diesem Fall in Kauf genommen, um das Dämmkonzept ohne Abstriche durchzusetzen und die erhöhten Entsorgungskosten zu vermeiden.

5 Projektbeispiel 2: Schaumglasschotter

Eine teilunterkellerte Kindertagesstätte in Frankfurt am Main wird durch einen nicht unterkellerten Neubau im Passivhausstandard ersetzt. Der Baugrund besteht aus (teilweise aufgefüllten) Sanden und Schluffen unterschiedlicher Tragfähigkeit, die wechselnd in der Sohlfuge anstehen. Zusätzlich sollte der Hohlraum der früheren Teilunterkellerung mit Schotter verfüllt werden.

Unser Gründungsentwurf sah zur Vermeidung einer Spezialtiefundung eine bewehrte Bodenplatte vor. Diese musste auf die unterschiedlichen Untergrundsteifigkeiten ausgelegt werden, welche zumindest teilweise mittels eines Schotterpolsters von 60 cm Stärke ausgeglichen werden sollten (siehe Bild 9).

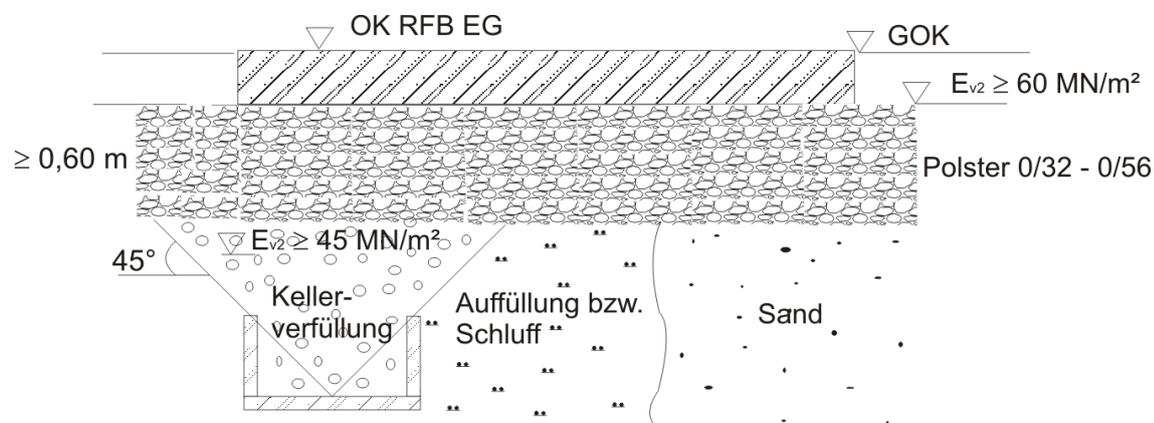


Bild 9 Schematische Darstellung der Baugrund-Tragwerk-Interaktion

Im Vergabeprozess hat der beauftragte Unternehmer einen Ersatz des vorgesehenen Schotterpolsters durch Schaumglasschotter der Körnung 10/75 bewirkt. Bauherr, Architekt und Tragwerksplaner haben dies, auch im Hinblick auf die Vorteile bei der Energiebilanz des Passivhauses, bestätigt.

Schaumglasschotter ist ein Baustoff, der aus Altglas hergestellt wird. Dieses Material wurde in letzter Zeit häufiger für Dämmzwecke unter Fußböden angeboten. Laut Hersteller eignet es sich auch zum Einbau unter Bodenplatten. In der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung gilt hierfür



ein Steifemodul $E_S = 6 \text{ MN/m}^2$. Für den Bemessungswert der Druckspannung $f_{cd} = 200 \text{ kN/m}^2$ wird die Verformung mit $\varepsilon_{WD} = 4 \%$ angegeben. *(zusätzlich zur Schriftfassung siehe Vortragsfolie im Anhang).*

Diese Steifigkeit entspricht einem eher gering tragfähigen natürlichen Baugrund und liegt um ein Vielfaches unter dem Steifemodul des im Gründungsentwurf vorgesehenen Schotterpolsters.

Der o.g. Steifemodul gilt nach dem zugehörigen Untersuchungsbericht (TU Cottbus 2009) nur bei Spannungen von 40 bis 250 kN/m^2 , also dem Anwendungsbereich des Schaumglasschotters nach Zulassung. Im Ödometerversuch wurden hierfür Verformungen „mehr oder weniger proportional zur Auflast“ festgestellt.

Für den Spannungsintervall von 300 bis 500 kN/m^2 wurde gemäß TU Cottbus (2009) nur ein deutlich reduzierter Steifemodul ($E_S = 2,8 \text{ MN/m}^2$) ermittelt. Die zweifellos eintretende Kornzertrümmerung des Schaumglasschotters bei höheren Lasten führt zu einer Abnahme der Steifigkeit. Das Material verhält sich damit völlig anders als natürliche Böden oder auch Natursteinschotter. Diese bekannten Materialien werden mit zunehmender Last steifer, Schaumglasschotter dagegen weicher.

Verdichtungskontrollen mittels Plattendruckversuch wurden vom Lieferanten des Schaumglasschotters verweigert, eben weil der Schaumglasschotter den hohen Prüfspannungen nicht standhält. Eine andere Form der Verdichtungskontrolle wurde uns nicht benannt oder empfohlen, die Qualitätskontrolle sollte ausschließlich dadurch erfolgen, dass der Schaumglasschotter mit 30 % Überhöhe eingebaut und anschließend auf Sollhöhe verdichtet wird.

In der Zulassung war ferner festgelegt, dass der anstehende Baugrund gut wasserdurchlässig sein muss und ein (auch nur zeitweiliger) Aufstau von Wasser in der Schaumglasschüttung unzulässig ist.

Durch die im Projekt verantwortlichen Geotechnik-Ingenieure wurde dem von allen anderen Projektbeteiligten gewünschten Einsatz des Schaumglasschotters nur unter folgenden Bedingungen zugestimmt:

- Eine Kontrolle der Einbauqualität wurde als unverzichtbar benannt.
- Die Auswirkung des gegenüber dem Schotter wesentlich geringeren Steifemoduls auf Setzungen, Differenzsetzung und Bettungsmodul war mittels einer vollständigen Setzungsberechnung zu prüfen.
- Eine wirksame Drainage an der Basis des Polsters war zusätzlich einzubauen.

Die Einbauqualität des Schaumglasschotters wurde durch statische Plattendruckversuche mit erheblich reduzierten Spannungen geprüft. Die maximale Prüfspannung wurde unter Berücksichtigung der in der Zulassung angegebenen Materialparameter für den



Schaumglasschotter¹ mit 200 kN/m² festgelegt. Sie lag damit noch knapp über der nach der Statik auftretenden maximal durch die spätere Bodenplatte induzierten Druckspannung. Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 2 aufgeführt und zeigen sehr gleichmäßige Ergebnisse.

Versuch	E_{v1} [MN/m ²]	E_{v2} [MN/m ²]	Maximale Setzung im Versuch [mm]
I	8,90	35,17	4,88
II	7,74	36,12	5,27
III	9,89	33,42	4,19
IV	8,85	39,70	4,89
Mittelwert	8,84	36,10	4,81

Tab. 2 Ergebnisse der modifizierten statischen Plattendruckversuche auf 60 cm verdichtetem Schaumglasschotter 10/75

Der Mittelwert für E_{v1} (8,84 kN/m²) belegt zwar wegen der etwas anderen bodenmechanischen Randbedingungen nicht direkt den in der Zulassung angegebenen Steifemodul ($E_s = 6$ MN/m²), zeigt jedoch, dass die Größenordnung richtig ist. Auch die im Versuch gemessenen maximalen Setzungen von ca. 5 mm sind gleichmäßig.

Mittels der Setzungsberechnung konnte belegt werden, dass die zulässigen Absolut- und Differenzsetzungen auch mit dem weniger steifen Schaumglasschotter eingehalten werden. Der vorab im geotechnischen Bericht geschätzte (und mit statisch hochwertigem Schotter auch erzielbare) Bettungsmodul wurde jedoch nicht erreicht. Die Konsequenz war eine statische Neuberechnung der Bodenplatte mit erhöhtem Bewehrungsgrad.

Im Ergebnis konnte der Schaumglasschotter eingebaut werden und damit die unter der Bodenplatte in der Energiebilanz des Passivhauses eingeplante Dämmung verwendet werden. Da dessen Materialverhalten und die besonderen (auch in der Zulassung verankerten) Bedingungen, aber im Angebots- und Vergabeprozess nicht beachtet wurden, kam es zu ungeplanten Mehrkosten (Dränage des Posters, Umrechnung der Bodenplatte mit erhöhtem Bewehrungsgrad, erhöhter Prüfaufwand).

Aus Sicht des Geotechnik-Ingenieurs sind beim Einsatz vom Schaumglasschotter direkt unter Gründungen folgende Mindestanforderungen zu stellen:

- Es kann nicht toleriert werden, dass ein unmittelbar unter der Gründung eingebautes Material überhaupt nicht auf seine Tragfähigkeit und Verdichtungsqualität geprüft wird. Der modifizierte Lastpattendruckversuch sollte (neben der Verdichtung der 30 % Überschüttung auf Sollhöhe) hierfür auf jeden Fall eingesetzt werden.

¹ Bemessungswert der Druckspannung: $f_{cd} = 200$ kN/m²

- Die projektspezifischen Verhältnisse sind zu berücksichtigen. Hierbei ist zu klären, ob die vergleichsweise geringe Steifigkeit des Schaumglasschotters toleriert werden kann, bzw. ob deswegen Mehrkosten in der Gründung in Kauf genommen werden sollen.
- Bei Sohldrücken über 200 kN/m² (auch wenn es nur Randspannungen sind) kann der Einsatz des Schaumglasschotters wegen der eintretenden Kornzertrümmerung gar nicht empfohlen werden.
- Schaumglasschotter hat nur eine sehr begrenzte Aufnahmefähigkeit von Horizontalkräften, die gesondert zu prüfen ist.
- Zusätzliche Anforderungen (z.B. die in vielen Fällen unverzichtbare Drainage des Polsters) müssen rechtzeitig beachtet und im Kostenvergleich berücksichtigt werden.



Bild 10 Schaumglasschotter in der Baugrube mit Kontrollschächten der zusätzlich nötigen Drainage

5 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Beitrag zeigt, dass nach fortgesetzter Novellierung der EnEV Dämmungen (besonders bei Passivhäusern) auch unter Fundamenten nötig sind. Hieraus resultieren neue geotechnische Fragestellungen hinsichtlich der vertikalen und horizontalen Lastableitung.

Diese erfordern eine intensive Zusammenarbeit zwischen Planer (gegebenenfalls Fachplaner für das Energiekonzept), Tragwerksplaner und Geotechniker. Findet diese nicht statt, sind Umplanungen mit erhöhten Kosten, Bedenkenmeldungen, Nachträgen, Termenschwierigkeiten etc. vorprogrammiert.



Die vertikale Lastaufnahmefähigkeit von Dämmstoffen ist begrenzt. Ihr Steifemodul ist relativ gering, so dass die Verformungen der Schicht Dämmstoff bei der Setzungsbeurteilung des Gesamtbauwerkes berücksichtigt werden muss.

An zwei Beispielen wird gezeigt, dass beim Gründungsentwurf die Zwänge aus der gewünschten Dämmwirkung soweit überwogen, das nicht die geotechnisch optimale Vertikallastabtragung ausgeführt wurde.

Die Aufnahmefähigkeit von Horizontallasten ist bei Dämmstoffen noch geringer, z.T. sogar ausgeschlossen. Deswegen werden hier oft besondere statische Maßnahmen notwendig (z.B. Erddrucksporn). Auch dies wirft spezielle geotechnisch Fragen (z.B. Mobilisierung des passiven Erddrucks) auf.

Auch der Grundwasserangriff ist entwurfsrelevant für die Dämmung. So müssen Dämmplatten (nach deren Zulassung) bei Wasserangriff oft zusätzlich abgedichtet oder verklebt werden. In Schaumglasschotter darf, auch zeitweilig, kein Wasser aufstauen. Ob dann Dränagen nötig sind, muss frühzeitig geplant werden.

Für Schaumglasschotter fehlt eine angemessene Qualitätskontrolle, dass dieser auch zulassungskonform eingebaut wird. In der Konsequenz bedeutet dies, dass unmittelbar unter der Gründung ein nicht oder nicht ausreichend geprüfter Baustoff eingebaut wird, der bei Weitem nicht die statische Qualität eines konventionellen Schotters erreichen kann.

Alle vorgenannten Aspekte beeinflussen die Kosten (was in frühen Planungsphasen nicht immer beachtet wird). In vielen Fällen wird aber auch die Gebrauchstauglichkeit und teilweise sogar die Standsicherheit beeinflusst.

Zumindest Letzteres betrifft dann auch die Prüfindenieure, die sich deswegen diesen neuen Fragen auch stellen. So werden die Anforderungen an Dämmstoffe, aber auch die offenen Fragen z.B. von Zeitter (2009) thematisiert und genau deswegen eine frühzeitige Einbindung des Geotechnikers gefordert.

Der vorliegende Beitrag soll für Bauherren, Planer, Statiker und unsere Geotechnikkollegen eine Anregung sein, sich der Besonderheiten und auch der noch offenen Fragen bei der Verwendung lastabtragender Wärmedämmungen bewusst zu sein. Jedes Bauwerk hat (mit dem zugehörigen Baugrund) auch diesbezüglich seine Besonderheiten, die in der Planung beachtet werden müssen.

Nach der EnEV ist eine vollflächige Dämmung unter Bauwerken (und speziell unter Gründungen) nicht zwingend vorgesehen. Ein Ausgleich mit anderen Maßnahmen (bessere Dämmung im Hochbau, Fotovoltaik etc.) ist grundsätzlich möglich. Andererseits ist der Boden von Natur aus ein relativ guter Dämmstoff und der Wärmeverlust eines Gebäudes ins Erdreich ist im Verhältnis zum gesamten Gebäudewärmeverlust gering (Bachmann 2002). Wir regen daher an, auf den



Einsatz einer Dämmung unter lastabtragenden Gründungsteilen möglichst zu verzichten. Wenn eine solche Dämmung aber nach durchgeführter ganzheitlicher Kosten-Nutzen-Analyse (z.B. bei Passivhäusern) unverzichtbar ist, muss sie auch entsprechend geplant werden.

Literatur

Bachmann, H. (2002)

Hochbaukonstruktionen, Handbuch für Bauingenieure (Hrsg. Zilch, Diedrichs, Katzenbach), Springer Verlag, Berlin, 2002

DIBt (2011)

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-23.34-1390, Deutsches Institut für Bauwesen, 15.02.2011

ENEV (2009)

Energie-Einsparverordnung

Hegger, M., Auch-Schwelk, V., Fuchs, M., Rosenkranz, T., Zeumer, M. (2005)

Baustoffatlas, Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, München, 2005

Hegger, M., Fuchs, M., Stark, T., Zeumer, M. (2007)

Energieatlas, Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, München, 2007

Sedlbauer, K., Krus, M. (2009)

Bauphysik, Skript zur Vorlesung, Frauenhofer-Institut für Bauphysik, Freilandversuchsstelle Holzkirchen

Setzer, M. (2002)

Bauphysik, Handbuch für Bauingenieure (Hrsg. Zilch, Diedrichs, Katzenbach), Springer Verlag, Berlin, 2002

TU Cottbus (2009)

Untersuchungsbericht zu: Ödometertest an Glasschaumproben, TU Cottbus, Lehrstuhl für Bodenmechanik und Grundbau/Geotechnik, Bericht 01-2009, 25.03.2009

Zeitter, H. (2009)

Lastabtragende Dämmstoffe, 23. Seminar des VPI Hessen e.V., 2. September 2009 in Friedberg

Vortragsfolien vom 15.03.2011 (ergänzend zur Schriftform)

U. Lehmann, C. Gutberlet, N. Herzog:

Gründung auf Wärmedämmung – Statik versus Bauphysik

Vortrag zum 19. Geotechnikkolloquium der TU Darmstadt am 15.03.2012

Einleitung

EnEV

Horizontallasten

Dämmplatten

Schaumglas

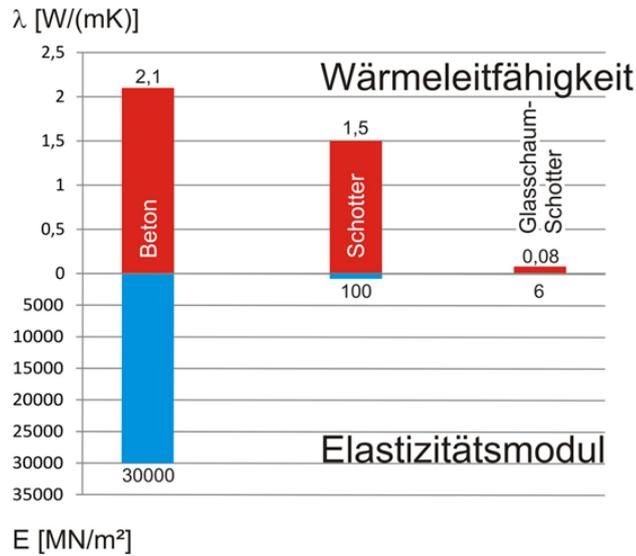
Ausblick

Anfragen oder Kritiken
bitte an:

GeoIngenieure
Früchtenicht +
Lehmann GmbH

06122-536 960
GeoIngenieure.de

Physikalischer Widerspruch



Einleitung

EnEV

Horizontallasten

Dämmplatten

Schaumglas

Ausblick

Anfragen oder Kritiken
bitte an:

GeoIngenieure
Früchtenicht +
Lehmann GmbH

06122-536 960
GeoIngenieure.de

Steifemodul Schaumglasschotter $E_s = 6 \text{ MN/m}^2$

