

hässig **sustech** gmbh
 Prima Klima

„Bauen ohne Wärmebrücken und ohne Konflikt mit der Statik“

Ergebnisse einer Untersuchung

Referenten:
Werner Hässig / Sara Wyss
hässig sustech gmbh

Die Firma:
Spezialisiertes Ingenieur- und Planungsbüro für nachhaltiges Bauen
www.sustech.ch

Empfehlungen für Fachleute
Minimale Wärmebrücken und erdbebenresistentes Bauen

Bei modernen, sehr gut wärmegehemmten Gebäuden (z.B. MINERGIE-P-Standard etc.) können Wärmebrücken bis zu etwa 40% der Heizenergieverluste verursachen. Wärmebrücken führen zudem immer wieder zu Feuchtschäden wie Verfärbungen oder Schimmelwuchs in Folge von Kondensat. Deshalb sollten sie vermieden oder in ihrer Wirkung minimiert werden.

Bei Mehrstöckgebäuden mit mehr als zwei Geschossen kommt die Gefahr der Wärmebrückenfreiheit oft in der Querschnittsrichtung an Statikstützen zum Vorschein. Dies besonders im Untergeschoss beim Übergang von Stützen zu unterirdischen Bereichen mit Treppenhäufigkeit, beim Ansetzen eines Tiefgaragenunterstützen sowie bei Ausbuchtungen. Einige davon sind in der Skizze unten aufgeführt.

Die Vermeidung in Querschnitt

Bei modernen, sehr gut wärmegehemmten Gebäuden können Wärmebrücken grosse Heizenergieverluste verursachen. Die Gefahr des wärmebrückenbedingten Feuchtschadens und damit der Statik des Gebäudes besteht nicht aber durch vorläufige Planung kontrolliert, sowie bei modernen Projekten die Baubehörden sind. Die Minimierung der thermischen Wärmebrücken muss gemeinsam mit dem Bauplaner und dem Bauphysiker geplant werden. In der Regel haben für wenige Bauteile durch hohe statische Beanspruchungen, dass keine Massnahmen zur Reduktion der Wärmebrücke möglich sind. Diese Bauteile sind statische Übergangsbereiche auf und stützen an einem Beispiel davon Wirkung. Die thermischen Wärmebrücken lassen sich dadurch signifikant verkleinern und reduzieren den Heizenergieverlust im Beispiel um über 30%.

FK
Baudirektion
Kanton Zürich

energieschweiz


EnergiePraxis-Seminar 1/2013 - Bauen ohne Wärmebrücken - W. Hässig/S. Wyss 1

hässig **sustech** gmbh
 Prima Klima

Übersicht zum Referat «Bauen ohne Wärmebrücken»

1. Motivation
2. Partner
3. Vorgehen
4. Fazit


EnergiePraxis-Seminar 1/2013 - Bauen ohne Wärmebrücken - W. Hässig/S. Wyss 2



2. Motivation

Warum sollen sich Energieingenieure mit Statik befassen?

- In hoch wärmedämmenden Gebäuden (MINERGIE-P, etc) beträgt der Verlust durch Wärmebrücken bis zu 40%
«Da Bauteile zunehmend besser gedämmt werden, steigt der durch Wärmebrücken in den Bauteilanschlüssen entstehende Anteil am gesamten Energieverlust» (Wärmebrückenkatalog, BFE, 2002)
- Das Vermeiden von Wärmebrücken erlaubt schlankere Wände! Bild: Minergie-P-Haus mit 16-18 cm dicker Wärmedämmung
- Seit 2003 gibt es verschärfte Normen für die Erdbebensicherheit (SIA 216)
- Kritische Schnittstellen stellen Planer immer wieder vor Herausforderungen




EnergiePraxis-Seminar 1/2013 - Bauen ohne Wärmebrücken - W. Hässig/S. Wyss 3



Motivation

Massnahmen

Es gibt bereits viele einsetzbare Massnahmen zur Reduktion von Wärmebrücken die auch den Erdbebenschutz sichern

	Durchgehender Stahlbeton Wände sowie Geschossdecken aus Beton, vollumfänglich durchbetoniert.	ψ ψ ψ
	Kragplattenanschluss Armierter und gedämmter INOX-Anschluss, der auskragende Bauteile mit dem Gebäude statisch verbindet.	✓ ✓ ✓ ✓
	Armierungsanschluss Innox Der isolierende Armierungsanschluss aus INOX-Stahl verbindet statisch belastete Stahlbetonwände mit der Boden- oder Deckenplatte und spannt die Bauteile dabei ein. Auch höhere Horizontabstände, z.B. aus Erdbeben, können überbrückt werden.	✓ ✓ ✓ ✓
	Isolierender Wandanschluss für Stahlbetonwände Der isolierende Wandanschluss verbindet statisch belastete Stahlbetonwände mit der Boden- oder Deckenplatte und baut auf dem Konzept eines gelenkigen Druckanschlusses auf.	✓ ✓ ✓ ✓
	Betonwand mit Mauerfussэлемент Unten oder oben an einer Betonwand wird ein Spezialelement aus Wärmedämmung und einem druckfesten Raster eingesetzt.	✓ ✓ ✗ ✗
	Wenig wärmeleitender Beton Special-Wandsystem: Doppelschaliger wärmedämmender Beton mit zwischenliegender Dämmung bei Aussenwänden. Die Erdbebensicherheit wird durch kurzfristige Massnahmen im Innensum gewährleistet.	✓ ✓ ✓ ✓
	Fundamentplatte mit Dämmung im Erdreich Statt Stollenfundament (durchdringt Dämmung unter der Bodenplatte) wird eine vollflächige Dämmung unter der Fundamentplatte angeordnet.	✓ ✓ ✓ ✓
	Flankendämmung Die Flanken des Bauteils dämmen. Die Flankendämmung kann im Beton eingesetzt werden oder am Bauteil nachträglich aufgebracht werden.	✓ ✓ ✓ ✓
	Mauerwerk mit oder ohne Mauerfussэлемент Beton wird durch Mauerwerk ganz oder teilweise ersetzt. (Mit einem Mauerfussэлемент kann der U-Wert weiter verbessert werden.)	✓ ✓ ✓ ✗
	Bauteil abgetrennt Das Bauteil ist thermisch getrennt. Achtung: die Lasten auf diesen Bauteilen müssen an anderer Stelle abgetragen werden.	✓ ✓ ✓ ✓

■ tiefe Lasten ✓ = sinnvoll ψ = energetisch nicht sinnvoll ✗ = statisch nicht möglich
■ mittlere Lasten ✗ = nur wenn die Lasten anderswo abgetragen werden können.
■ hohe Lasten

EnergiePraxis-Seminar 1/2013 - Bauen ohne Wärmebrücken - W. Hässig/S. Wyss 4

Motivation

Massnahmen

Warum werden solche Lösungen so wenig eingesetzt?

- Lösungen zu wenig bekannt
- Nutzen zu wenig bekannt
- mangelnde Kommunikation zwischen Architekt, Bauphysiker, Statiker und weiteren Planer
- Vielleicht: Kosten werden überschätzt

Motivation

Kataloge ergänzen

- Wärmebrückenkatalog und Wärmebrückenkatalog für MINERGIE-P-Bauten von BFE
- Die BFE-Kataloge zeigen einzelne Massnahmen ohne Aussagen zur Statik
- Merkblatt zeigt Massnahmen und Ψ -(Psi)-Werte auch in Abhängigkeit zu den statischen Bedingungen



hässig **sustech** gmbh
Prima Klima

2. Partner

Die Projekt-Beteiligten

EnergieSchweiz

Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
(AWEL) der Kanton Zürich

Industriepartner:


- Debrunner Acifer AG
- Misapor AG
- Ebea (Spaeter Zug AG)
- Stahlton Bauteile AG

hässig sustech gmbh (Projektleitung)
Buchmann Partner AG
(Statische Berechnungen)

Danke !


Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft


kläckner & co multi metal distribution


SCHWINGGLASSCHÜTTE


Kompetenz für Technik am Bau



EnergiePraxis-Seminar 1/2013 - Bauen ohne Wärmebrücken - W. Hässig/S. Wyss 7

hässig **sustech** gmbh
Prima Klima

3. Vorgehen

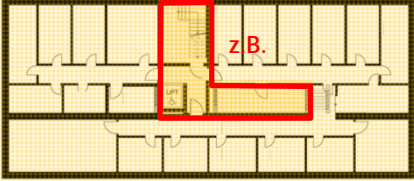
Schritte

1. Randbedingungen definieren (Nutzung, Temperaturen)
2. Wärmedämmperimeter (vor allem im UG) definieren

Überlegungen:

- a) Treppenhaus und Technikraum in den Perimeter nehmen,
- b) oder das ganze UG dämmen

2. Wärmebrücken identifizieren
3. Statik berechnen und Lastfälle unterscheiden
4. Massnahmen definieren – *hier kommt das Merkblatt zum Einsatz!* (Fachgespräch Bauingenieur-Energieplaner)
5. Ψ -Werte der gewählten Lösungen berechnen
6. Q_h rechnen, evtl. Optimierungen durchführen



EnergiePraxis-Seminar 1/2013 - Bauen ohne Wärmebrücken - W. Hässig/S. Wyss 8

hässig **sustech** gmbh
Prima Klima

Vorgehen Beispiel – Referenzgebäude

U-Werte:

- Flachdach: 0.10 W/m²K
- Terrasse: 0.15 W/m²K
- Aussenwände: 0.10 W/m²K
- Wände gegen unbeheizt: 0.12 W/m²K
- Wände gegen Erdreich: 0.12 W/m²K
- Boden gegen Erdreich: 0.20 W/m²K
- Boden gegen unbeheizt: 0.12 W/m²K

Fensterangaben

- Glas U-Wert: 0.60 W/m²K
- Rahmen U-Wert: 1.20 W/m²K
- Storenkasten/Rahmenverbreiterung U-Wert: 0.26 W/m²K
- g-Wert: 0.50
- Ψ Verbund: 0.40 W/m·K
- Ψ Rahmen: 0.11 W/ m·K

Randbedingungen

- Temperatur: innen 20 °C, Aussen -10 °C, UG 10 °C, Tiefgarage 0 °C
- Fussbodenheizung (Vorlauf 30 °C)



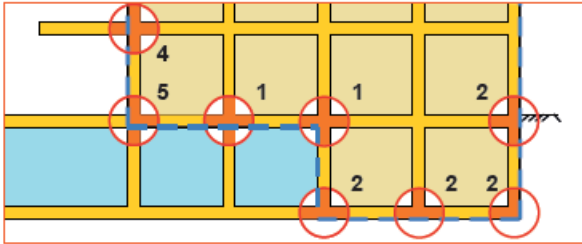
EnergiePraxis-Seminar 1/2013 - Bauen ohne Wärmebrücken - W. Hässig/S. Wyss 9

hässig **sustech** gmbh
Prima Klima

Vorgehen Untersuchte Wärmebrücken

Fünf Typen:

1. Innenwand an Boden/Decke; Übergang beheizt zu unbeheizt im UG
2. Aussenwand an Boden/Decke; z.B. Sockel
3. Wand an Wand; Übergang beheizt zu aussen und unbeheizt (nur im Grundriss sichtbar)
4. Auskragende Bauteile; z.B. Balkone, aussenliegendes Treppenhaus und Liftschacht
5. Auskragende Bauteile Spezialfall Tiefgarage



EnergiePraxis-Seminar 1/2013 - Bauen ohne Wärmebrücken - W. Hässig/S. Wyss 10

hässig sustech gmbh
Prima Klima

Nr.	Skizze	Durchgehender Stahlbeton (W/mK)	Laststufen	Armierungsanschluss INOX ⁽²⁾	Isolierender Wandausschluss für Stahlbetonwände ⁽³⁾	Betonwand mit Mauerfuss-Element ⁽⁴⁾	Fundamentplatte mit Dämmung im Erdreich ⁽⁵⁾	Flanken-dämmung 2/60 cm	Flanken-dämmung 4 cm	40% Mauerwerk mit oder ohne Mauerfuss-Element	60% Mauerwerk mit oder ohne Mauerfuss-Element	100% Mauerwerk mit oder ohne Mauerfuss-Element
1.4		1.07	L1 L2 L3	0.10 - 0.25 0.25 - 0.40 0.40 - 0.60	0.06 0.12 0.21	0.61 X X	0.56 0.56 0.56	0.79 0.79 X	0.66 0.66 0.66	0.98 0.98 X	X X X	X X X
2.1		1.02	46	0 L1 0 L2 0 L3	0.10 - 0.25 0.25 - 0.40 0.40 - 0.55	0.13 0.26 0.48	0.68 X X	na na na	0.58 0.42 0.42	0.90 X X	0.85 X X	na na na
2.2		0.72	45	0 L1 0 L2 0 L3	0.10 - 0.25 0.25 - 0.40 0.40 - 0.55	0.08 0.16 0.29	0.30 X X	na na na	0.58 0.42 0.42	0.90 X X	0.85 X X	na na na
2.3		0.94	4	0 L1 0 L2 0 L3	0.10 - 0.25 0.25 - 0.40 0.40 - 0.55	0.11 0.22 0.40	0.60 X X	-0.05 na -0.05	0.67 0.61 0.61	0.82 X X	0.96 0.84 0.84	0.56 0.38 0.00
2.4		0.74	4	0 L1 0 L2 0 L3	0.10 - 0.25 0.25 - 0.40 0.40 - 0.55	0.07 0.14 0.27	0.38 X X	0.03 na 0.03	0.31 0.16 0.16	0.48 X X	0.50 X X	na na na
5.2		1.17	L1 L2 L3	0.6 - 0.9	0.80 - 0.90 0.90 - 1.00 1.00 - 1.10	0.94 0.99 1.04	1.03 X X	0.99 0.99 0.97	0.97 0.97 0.97	0.88 0.88 X	0.74 X X	0.45 X X

EnergiePraxis-Seminar 1/2013 - Bauen ohne Wärmebrücken - W. Hässig/S. Wyss 13

Vorgehen Auswirkungen auf Q_h

Die Tabelle zeigt den Gesamtwärmebedarf Q_h nach SIA 380/1 mit verschiedenen Ψ -Werten für die Wärmebrücken gewählt (alle anderen Eingaben aus Folie 9 bleiben unverändert)

Nr.	Massnahmen	Q_h (MJ/m ²)	Verbesserung des Q_h
1	Null-Lösung (alle Wände und Decken/Böden durchbetoniert)	104	-
2	Minimallösung; Massnahme mit schlechtesten Ψ -Wert gewählt	89	14%
3	60% von $Q_{h,li}$ für Beispiel (Grenzwert MINERGIE-P)	72	31%
4	Bestmöglicher Ψ -Wert bei allen Wärmebrücken gewählt	56	46%

4. Fazit

Wichtige Hinweise

- Die Psi-Werte im Merkblatt wurden für ein **verallgemeinertes Beispiel** berechnet und können nicht direkt auf andere Gebäude übertragen werden (illustratives Beispiel)
- Jedes Gebäude muss in Absprache zwischen Energieplaner/Bauphysiker und Statiker beurteilt bzw. berechnet werden
- Der Feuchteschutz und Kondensation sind zusätzlich zu beachten (z.B. Anforderungen nach SIA 180)
- Haftungsansprüche können aus diesem Merkblatt nicht abgeleitet werden

Fazit

Zusammenfassung

- Hochwärmedämmende Gebäudehüllen sind auch mit erdbebensicherer Bauweise vereinbar
- Der technologische Aufwand hält sich in Grenzen
- Es gibt eine Vielfalt der Lösungsmöglichkeiten
- Gute Bauprodukte sind erhältlich und laufend kommen neue dazu
- Grundregel: Nur dort durchbetonieren, wo unbedingt erforderlich
- Entscheidend sind: Kommunikation und Zusammenarbeit der verschiedenen Planer und die fachgerechte Ausführung

Fazit Weitere Informationen

- Merkblatt-Bezug:
auf folgenden Web-Seiten:
www.energieschweiz.ch
www.energie.zh.ch und
www.sustech.ch
- Ausführlicher Bericht zu den
Berechnungen im Merkblatt wird
auch noch aufgeschaltet

Besten Dank!

hässig **sustech** gmbh
Prima Klima

