

Wärmedämmung von Stahlbetonwänden

René Ziegler



1.	Einleitung	3
2.	Die Modelle	3
3.	Fazit	5

Bauphysik an der FHNW: Zertifikatskurs startet im September 2014

Die Gebäudehülle hat als Teil eines nachhaltigen Gebäudekonzepts in den letzten Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. Gewachsen ist auch die Komplexität der Konstruktionen und damit das Potenzial für Bauschäden. Auf diese Entwicklung zeitgerecht zu reagieren, bedingt aktuelles bauphysikalisches Wissen.

Das Weiterbildungszentrum der Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik bietet einen adressatengerechten und praxisnahen Zertifikatskurs zu diesem Thema an. Das berufsbegleitende Angebot CAS Bauphysik startet am 28. September an der FHNW. Weitere Infos unter www.fhnw.ch/wbbau oder 061 467 45 45.

© 2014 Fachhochschule Nordwestschweiz

Nutzung nur für persönlichen Gebrauch, nicht zur Verbreitung oder Kommerzialisierung

René Ziegler, Mitbegründer der TEBETEC AG. Das Unternehmen mit Sitz in Därstetten entwickelt und produziert bewehrungstechnische und bauphysikalische Problemlösungen zur Minimierung von konstruktiven und geometrischen Wärmebrücken. info@tebetec.com

1. Einleitung

Durchgehend betonierte Stahlbetonwände auf Einstellhalengesossen stellen oft grosse Fehlstellen im Dämperimeter dar. Dies hat diverse negative Folgen, von unangenehmen Luftbewegungen über hohe Energieverluste bis zu signifikant höheren Bauschadenrisiken. Seit Jahren steigt der Druck auf die Planer, diese Schwachstellen zu eliminieren. Es gibt mehrere Ansätze, wie das Problem gelöst werden kann.

Über die letzten Jahre haben sich für den Anschluss von Stahlbetonwänden diverse Methoden herauskristallisiert, die im folgenden diskutiert werden.

Flankendämmung nicht geeignet

Ein heute als veraltet geltender Ansatz ist die thermische Dämmung mittels einer Flankendämmung. Die negativen Auswirkungen überwiegen eindeutig: höherer Platzbedarf, Materialwechsel beim Putz und Befestigungsschwierigkeiten bei der Dämmung. Aufgrund der vielen negativen Folgen trifft man diese Lösung auf heutigen Baustellen nicht mehr an.

2. Die Modelle

Im Rahmen einer Variantenstudie wurde an zwei einfachen Gebäudemodellen (Abbildungen 1 und 2) die Auswirkungen verschiedener Lösungen miteinander verglichen. Bei beiden Gebäuden wurde die Tragstruktur symmetrisch ausgebildet, wie es die Norm SIA261 16.4 empfiehlt. Gebäude 1 wurde mit sehr kurzen, durchgehenden bzw. ungeschwächten Wänden berechnet. Im Unterschied dazu wurde bei Gebäude 2 eine wesentlich längere Stahlbetonwandscheibe mit Fensteröffnungen angenommen. Der Vergleich ergab einige zu erwartende, aber auch einige überraschende Resultate. Beide Modelle führten im gewählten statischen System zu beachtlichen Stabilisierungskräften. Diese Kräfte müssen über die Wandscheiben in die Untergeschosse abgeleitet werden.

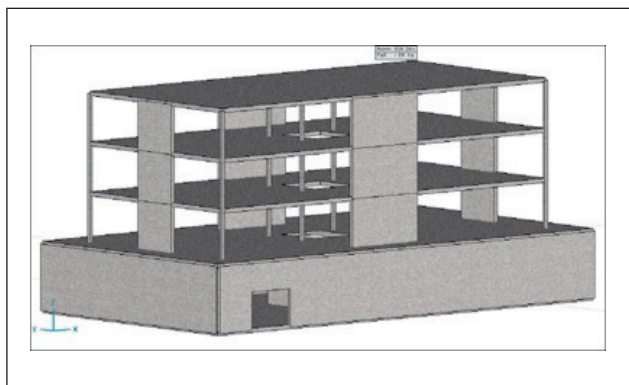


Abbildung 1: Primärstruktur mit ungeschwächten Betonscheiben.

Konsolen untauglich gegen Schimmelpilz

Bei der heute verbreitet genutzten Methode lagert man die Stahlbetonwand auf kleinen Konsolen und reduziert damit die Durchdringungsfläche. Auch wenn diese Lösung ähnliche Energieeinsparung ermöglicht wie eine Flankendämmung, wird die Schimmelpilzgefahr dadurch kaum gebannt, da keine Erhöhung der Oberflächentemperatur erreicht wird.

Vorteile von Alphadock

Ein vielversprechender Weg ergibt sich mit Alphadock. Dieses Element wurde speziell für diesen Einsatzzweck entwickelt. Durch die Nutzung von ultrahochfesten Faserbeton (UHFB) als druck- und schubübertragendes Material können trotz kleinen Durchdringungsflächen grosse Lasten übertragen werden. UHFB ist im Vergleich zu normalen Baustellenbeton sechsmal leistungsfähiger auf Druckbelastung und durch die Zugabe von Fasern zirka zehnmal tragfähiger auf Biegezugbelastung. Durch diese Materialeigenschaften kann die thermische Durchdringung um bis zu 95% reduziert werden. Die massive Reduktion der Durchdringung führt zu einem beinahe durchgängigen Dämperimeter und zu einer bauphysikalisch nahezu optimalen Konstruktion.

Bewusst hohe Modellanforderungen

Obwohl weite Teile der Schweiz der Erdbebenzone Z1 und Z2 zuzuordnen sind, wurde der Nachweis für die Erdbebenzone Z3a durchgeführt. Das Gebäude wurde der Bauwerksklasse BWK II zugeordnet (z.B. Gebäude der öffentlichen Verwaltung). Die ambitionierten Parameter wurden gewählt, um den allfälligen Vorwurf leicht zu erfüllender Parameter entkräften zu können. Die Berechnung wurde mit dem Programm AxisVM, Version 11R5, durchgeführt und die Erbebenanalyse erfolgte über das Antwortspektrenverfahren. Dieses Verfahren ermöglicht im Gegensatz zum Ersatzkraftverfahren einen verformungsgerechten und damit genaueren Ansatz für die zu erwartenden Schnittkräfte.

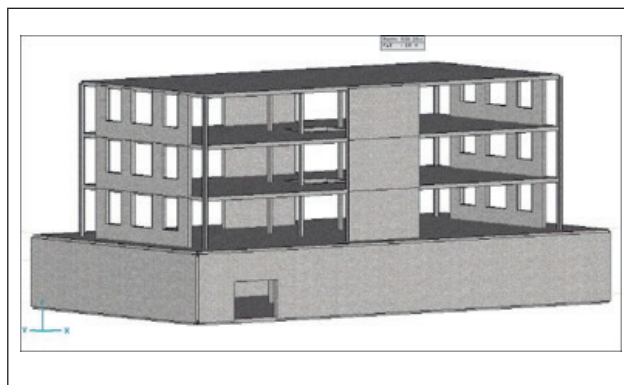


Abbildung 2: Betonscheiben mit Fensteröffnungen.

Seismische Empfindlichkeit bleibt weitgehend gleich

Für die horizontal anzusetzende Last je Geschoss macht es keinen signifikanten Unterschied, welches Gebäudemodell man untersucht – die horizontale Last ist annähernd identisch und die Werte für das massgebende Erdgeschoss bewegen sich auf einem schmalen Korridor.

Mehr Anschlusslänge – weniger Probleme

Der Einfluss der Wandlänge auf die Ergebnisse ist überraschend hoch. Bei der Dreimeter-Wandscheibe muss die Bewehrung bei beiden monolithischen Lösungen sechs Zugstäbe mit einem Durchmesser von 26 mm beziehungsweise acht Zugstäbe mit 26 mm an den Wandenden umfassen. Dem gegenüber beträgt die Armierung bei der Alphadocklösung nur 6 Zugstäbe mit einem Durchmesser von 20 mm in Edelstahlqualität. Die starke Armierung stellt vor allem bei monolithischen Lösungen ein grosses Problem dar, da Kiesnestern kaum zu vermeiden sind. Auch sind die Horizontalkräfte beim Konsol- und beim Alphadockmodell nicht mehr zu bewältigen. Bei einer Wandscheibenlänge von 5 Metern hat der Planer einige Optionen, den Anschluss thermisch zu optimieren. Allerdings ist auch hier die Herstellung einer Konsollösung mit sechs Zugstäben mit 22 mm nicht zu empfehlen, da eine mängelfreie Herstellung kaum zu erreichen ist. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass kleine Wandscheiben nahezu immer zu sehr hohen Armierungsgraden führen und eine thermische Optimierung verhindern.

Fensteröffnungen: Betonierte Brüstungen ermöglichen thermische Optimierung.

Bei Wänden mit Fenstern ist aus statischer Sicht zwingend darauf zu achten, dass die Brüstung durchbetoniert wird. Die gebräuchliche Form der gemauerten Brüstung muss sowohl aus statischer als auch aus thermischer Sicht abgelehnt werden. Eine durchbetonierte Brüstung verteilt die Last hingegen sehr gut in der Anschlussfuge zwischen Wand- und Deckenplatte. Dies kann man im Vergleich zur Fensterlösung mit den durchgängigen Wandscheiben erkennen. In Tabelle 1 lassen sich die Zug- und Druckkräfte in den Randzonen ablesen. Die Kräfte sind hier um den Faktor 3 bis 8 kleiner als beim Wandscheibenmodell. Gerade hier erzielt der Alphadockanschluss durch seine der Last anpassbare Federsteifigkeit eine gleichmässige Verteilung und erzeugt so ein günstiges Tragverhalten. Daraus lässt sich die folgende Regel ableiten: Sofern Fensteröffnungen nicht bodenhoch sind, sollten Brüstungen zwingend betoniert werden.

Durchbetoniert oder Konsolmodell?

Auch wenn die durchbetonierte Wand heute die Standardlösung darstellt, führt diese Technik leider zu sehr hoch belasteten, stark armierten Randbereichen. Diese sind schlecht herstellbar und bergen bei falscher Ausbildung ein hohes Schadenpotenzial. Das Konsolmodell hat sogar noch stärker belastete Bereiche. Ob diese überhaupt noch beherrschbar sind, muss im Einzelfall geklärt werden. Für das Berechnungsbeispiel war dies an den Wandscheiben nicht mehr der Fall. So müsste zum Beispiel in der 5-Meter-Wandscheibe sechs Zugstäbe mit einem Durchmesser von 22 mm eingebracht werden, ohne

	Seismische Empfindlichkeit			Zone 1 (Wandende L = 30 cm)			Zone 2 (Wandinnenbereich)			
	Decke ü. 2. OG	Decke ü. 1. OG	Decke ü. EG	Zug	Druck	Schub	Zug	Druck	Schub	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	erf. Bew.	[kN]	[kN]	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
3 m Wandscheibe										
durchbetonierte (Flankendämmung)	871 (30%)	1371 (24%)	1621 (19%)	1058	6Ø26	1338	126	~ 2192 - (-218)	~ 2883 - 450	~ 330 - 230
Konsolmodell (Schubnocken)	871 (30%)	1376 (24%)	1634 (19%)	1426	8Ø26	1906	343	447	963	135
Alphadockmodell	737 (26%)	1175 (20%)	1427 (17%)	968	6Ø20	1336	0	~ 1067 - (-123)	~ 1500 - 430	~ 305
5 m Wandscheibe										
durchbetonierte (Flankendämmung)	858 (30%)	1403 (24%)	1702 (20%)	634	4Ø22	523	84	~ 1073 - (-225)	~ 1247 - 439	~ 260 - 141
Konsolmodell (Schubnocken)	857 (30%)	1407 (24%)	1711 (20%)	830	6Ø22	868	244	~ 221 - (-110)	~ 745 - 495	115
Alphadockmodell	854 (30%)	1412 (25%)	1734 (20%)	606	4Ø20	700	0	~ 600 - (-208)	~ 900 - 409	~ 195
Wandscheibe mit Fenster										
durchbetonierte (Flankendämmung)	809 (29%)	1377 (25%)	1706 (21%)	260	4Ø14	413	20	~ 250 - (-150)	~ 870 - 150	140 – 70
Konsolmodell (Schubnocken)	806 (29%)	1378 (25%)	1717 (25%)	338	4Ø16	612	80	kein Zug	236 - 150	127 – 70
Alphadockmodell	792 (29%)	1379 (25%)	1752 (25%)	133	2Ø12	275	0	~ 170 - (-67)	~ 426 - 142	~ 115

Tabelle 1: Vergleich von Belastungen unterschiedlicher Modelle.

dass die Betonqualität darunter leidet. Kiesnester können in den Konsolen auf keinen Fall toleriert werden, da die Schubtragfähigkeit der Konsole ausschliesslich von der Betontragfähigkeit abhängt. Ob eine derartige Lösung realisierbar wäre, ist aus herstellungstechnischer Sicht mehr als fragwürdig.

Alternative Alphadock

Im Gegensatz zu den oben genannten Lösungen erzeugt Alphadock kaum Spannungsspitzen in den Randbereichen. Die gleichmässigerere Verteilung auf die einzelnen Anschlusselemente führt zu einfacher beherrschbaren Systemen und vereinfacht dadurch die Konstruktion. Um das Potenzial voll ausschöpfen zu können, empfiehlt sich eine etwas höhere Anschlusslänge (allenfalls durch eine Betonbrüstung), damit Horizontallasten gleichmässiger verteilt werden können.

3. Fazit

Wie die Ergebnisse zeigen, können Stahlbetonwände selbst in den höchsten Erdbebenzonen thermisch von den Untergeschossen entkoppelt werden, ohne die Statik zu beeinträchtigen. Bei Berücksichtigung im Planungsprozess können viele der bis heute problematischen Anschlusspunkte gelöst werden. Die bisher gängige Praxis, die Wände monolithisch zu verbinden, kann beim heutigen Wissensstand als antiquiert bezeichnet werden. Sowohl aus statischer als auch aus thermischer Sicht sind thermisch dämmende Wandanschlüsse wie Alphadock jeder Konsollösung vorzuziehen. Balkone und Mauerwerk werden schon seit längerer Zeit thermisch abgetrennt. Dies sollte auch für Stahlbetonwände zum Standard werden.