Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht

Band: 13 (1988)

Artikel: Wärmedämmung von Kragplatten

Autor: Brühwiler, Daniel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-13030

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.08.2025

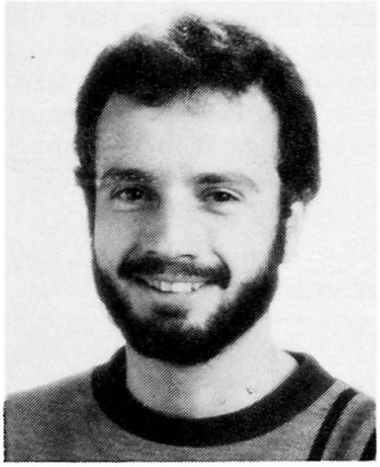
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Wärmedämmung von Kragplatten

Thermal Insulation of Cantilevered Slabs

Isolation thermique des dalles de balcon en porte-à-faux

Daniel BRÜHWILER
dipl. Phys. ETH
EMPA, Abt. Bauphysik
Dübendorf, Schweiz



Daniel Brühwiler, geboren 1961, 1981–86 Physikstudium an der ETH Zürich. Seit 1986 ist er an der Abt. Bauphysik der EMPA tätig und beschäftigt sich mit rechnerischen Problemen der Bauphysik.

ZUSAMMENFASSUNG
In der Massivbauweise sind Wärmebrücken durch tragende Bauteile ein bekanntes Problem. Um dieses bei auskragenden Balkonplatten zu lösen sind seit einiger Zeit Kragplattenanschlussarmierungen mit integrierter Wärmedämmung auf dem Markt. In dieser Arbeit wird auf folgende Frage eingegangen: Welchen Einfluss hat die Variation der Wärmeleitfähigkeit (der Armierung und der Wärmedämmung) auf das Verhalten der Wärmebrücke. Es wird auf Temperaturen und Wärmeverluste eingegangen. Als Werkzeug diente ein Computerprogramm zur Berechnung dreidimensionaler Wärmeströme und Temperaturfelder.

SUMMARY
Thermal bridges in load bearing building elements are a well-known problem in massive construction. To solve this problem relative to cantilevered balconies a system of connecting reinforcement with a thermal break has become available. The following question will be treated in this report: how does variation of the conductivity (of the reinforcement and the thermal break) affect the conditions around the thermal bridge. Temperature and heat flow are considered. A computer program to calculate three dimensional heat flows and temperature fields was used for this work.

RÉSUMÉ
Les ponts thermiques dûs aux éléments porteurs constituent un problème bien connu dans les bâtiments réalisés en construction massive. Afin de résoudre ce problème pour les dalles de balcon en porte-à-faux, on trouve depuis quelques temps sur le marché des armatures de raccordement avec isolation thermique incorporée. Le présent travail étudie l'influence de la variation de la conductibilité thermique (de l'armature et de l'isolation thermique) sur le comportement des ponts thermiques. Les températures ainsi que les déperditions calorifiques ont été considérées. Un programme d'ordinateur permettant de calculer des flux thermiques et des champs de températures tridimensionnels a été utilisé pour ce travail.

1. EINFUEHRUNG

Um den Wärmeschutz bei Kragplatten zu verbessern sind seit einiger Zeit mehrere Produkte auf dem Markt. Es handelt sich dabei um Anschlussarmierungen mit integriertem wärmedämmendem Element (im Folgenden kurz Dämmelement genannt). Die erhältlichen Produkte unterscheiden sich sowohl im verwendeten Stahl als auch im Wärmedämmstoff. Es scheint jedoch einige Unklarheit zu herrschen, welchen Einfluss die verschiedenen Materialien auf den Wärmeschutz ausüben. Die Hersteller beschränken sich meist auf die Bemerkung, dass mit ihrem Produkt eine Verbesserung gegenüber der sonst üblichen Methode des Durchbetonierens erreicht wird. Dies ist verständlich, denn sie müssen den Fragen der Statik, des Korrosionsschutzes und des Brandschutzes erste Priorität beimessen. Es ist nun Ziel dieses Berichtes, die Frage des Wärmeschutzes bei Kragplatten etwas genauer zu beleuchten. Mit Hilfe eines Computerprogramms werden die Temperaturen und Wärmeströme im Bereich eines Kragplattenanschlusses berechnet. Dabei werden unter bestimmten Randbedingungen die Wärmeleitfähigkeiten der Anschlussarmierung bzw. des Dämmelementes variiert.

2. GRUNDLAGEN FUER DIE BERECHNUNGEN

2.1 Standardisierte Anschlussarmierung

In diesem Bericht sollen nicht Produkte sondern Materialien verglichen werden. Deshalb wurde eine standardisierte Anschlussarmierung gemäss Fig. 1 entworfen, die in wärmetechnischer Hinsicht möglichst nahe bei den auf dem Markte angebotenen Produkten steht.

Aus rechentechnischen Gründen ergeben sich zwei Besonderheiten: zum einen ist dies die ungewöhnliche Form der Schubbewehrung, zum andern weist die Armierung einen quadratischen Querschnitt auf. Die Querschnittsfläche entspricht einem Durchmesser von 14mm bei der Zug- und Druckarmierung bzw. 8mm bei der Schubbewehrung.

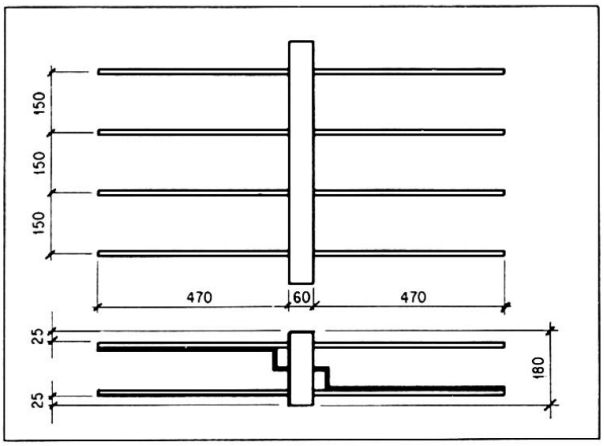


Fig. 1: standardisierte Anschlussarmierung
Alle Masse in mm

2.2 Die Konstruktion

Für die Berechnungen wurde eine Balkonplatte angenommen, die aus einem Zweischalenmauerwerk mit 10cm Wärmedämmung auskragt (Fig.2). Die Ueberdeckung der Armierung beträgt 25mm. Die Decken- bzw. Plattenarmierung geht nicht explizit in die Berechnung ein. Ihr Einfluss sollte durch die Wärmeleitfähigkeit λ=1.8 W/mK von Beton berücksichtigt werden. Die Materialien mit ihren Wärmeleitfähigkeiten und die Längenmasse der Konstruktion können Fig. 2 entnommen werden. Die in den Berechnungen variierten Leitfähigkeiten (des Stahls und des Dämmelementes) sind in Tab. 1 enthal-

Fall Nr.	Wärmeleitfähigkeit [W/mK] Stahl	Dämmelement
1	60	0.024
2	60	0.04
3	60	0.15
4	60	0.50
5	15	0.024
6	15	0.04
7	15	0.15
8	15	0.50
9	60	1.8

Tab. 1: variierte Wärmeleitfähigkeiten

ten. Das Dämmelement mit λ=1.8 W/mK entspricht der durchbetonierten Kragplatte. Für Armierungsstahl ist λ=60 W/mK, für Edelstahl 15 W/mK.

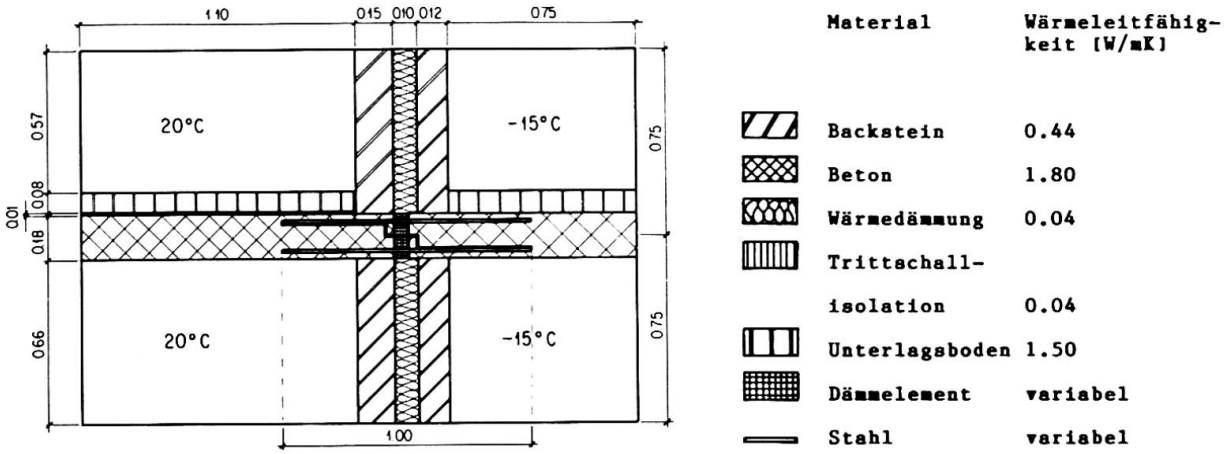


Fig. 2: Zur Beschreibung der Konstruktion. Alle Längenmasse in m.

2.3 Thermische Randbedingungen

Wie aus Fig. 2 ersichtlich beträgt die Lufttemperatur warmseitig +20°C, kaltseitig -15°C. Die Wärmeübergänge wurden warmseitig absichtlich etwas niedrig gewählt, nämlich α=5 W/m²K inder Ecke und α=6 W/m²K sonst. Kaltseitig ist α=20 W/m²K.

2.4 Das Computerprogramm

Für die Berechnungen wurde das Computerprogramm STAT3D verwendet, das an der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) in Berlin entwickelt wurde [1]. Es dient zur Berechnung dreidimensionaler Wärmeströme und Temperaturfelder unter stationären Bedingungen, wobei die Methode der finiten Differenzen verwendet wird. Zum Berechnen und Plotten der Isothermen wurde das Programm ISOSTAT3D gebraucht, das ebenfalls an der BAM entwickelt wurde.

3. RESULTATE

3.1 Temperaturen

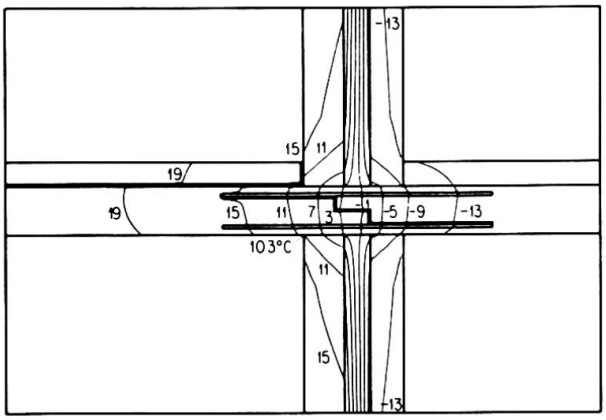


Fig. 3: Isothermen zum Fall 9 in Tab. 1

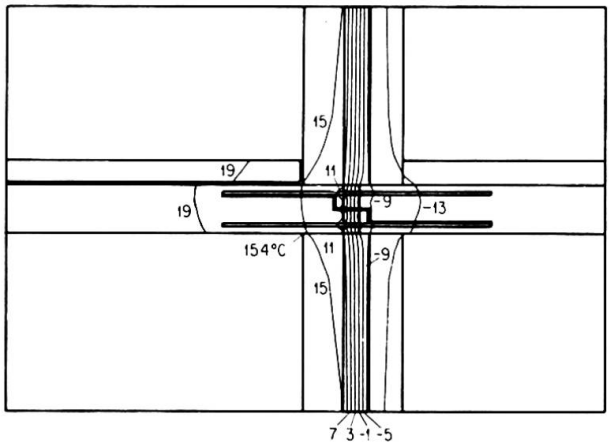


Fig. 4: Isothermen zum Fall 5 in Tab. 1

Die warmseitigen Oberflächentemperaturen werden benötigt, um das Kondenswasserrisiko und die Gefahr von Schimmelpilzbildung zu beurteilen. In einem Raum mit

20°C Lufttemperatur liegt der Taupunkt nach [2] bei 7.7°C, wenn die Aussentemperatur -15°C beträgt.

Bei der hier berechneten Balkonkonstruktion liegt die tiefste Oberflächentemperatur in der Ecke des unteren Raumes. Sie beträgt im durchbetonierten Fall 10.3°C und liegt damit um 2.6°C über dem Taupunkt. Bereits hier besteht kein Kondenswasserrisiko. Diese Tatsache ist auch auf die gute Wärmedämmung des Zweischalenmauerwerkes zurückzuführen: aus dem Bereich der inneren Schale werden der Betonplatte bedeutende Wärmemengen zugeführt.

Wie Fig. 5 zeigt, liegen mit einem Dämmelement bedeutende Erhöhungen der Oberflächentemperaturen drin. Es ist auffallend, dass die entscheidende Veränderung im Bereich $d/\lambda < 0.4$ m²K/W liegt. Dies bedeutet bei d = 0.06m, dass mit $\lambda = 0.15$ W/mK die entscheidende Verbesserung bereits erreicht ist.

Weiter fällt auf, dass die Verwendung von Edelstahl eine weitere bedeutende Erhöhung der Oberflächentemperatur bewirkt. Ein gutes Dämmelement ergibt gegenüber der durchbetonierten Platte eine Temperaturerhöhung von 2.4°C. Die Verwendung von Edelstahl bringt eine weitere Erhöhung von 2.7°C.

Die mögliche Veränderung des Temperaturfeldes einer Kragplatte wird durch die Isothermen in den Fig. 3 und 4 gezeigt. Man beachte, dass zwei Extremfälle miteinander verglichen werden.

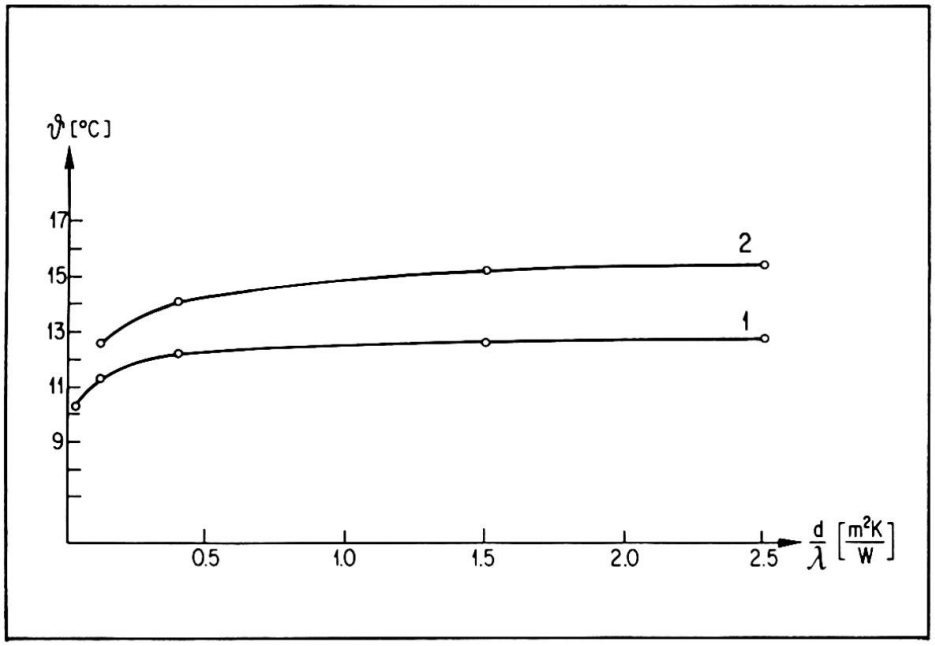


Fig. 5: Tiefste Oberflächentemperatur in Abhängigkeit von d/λ
Kurve 1: Armierungsstahl Kurve 2: Edelstahl
d: Dicke des Dämmelements [m]
λ: Wärmeleitfähigkeit des Dämmelementes [W/mK]

3.2 Wärmeverluste

Zur Beurteilung der Wärmeverluste, die der Kragplatte angelastet werden müssen, wird ein linearer k-Wert definiert. Er ist ein Mass für die Wärmeverluste pro Meter Kragplattenanschluss. Zu seiner Berechnung wurde der Wärmefluss durch je ein Streifen von 0.75m oberhalb und unterhalb der Kragplatte berücksichtigt.

Der lineare k-Wert ist in Fig. 6 in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangswiderstand des Dämmelements dargestellt mit je einer Kurve für Armierungsstahl und Edelstahl. Wie schon bei den Temperaturen stellt sich die entscheidende Verbesserung bei Werten von $d/\lambda < 0.4$ m²K/W ein; die Verwendung von Edelstahl bringt eine zusätzliche drastische Senkung der Wärmeverluste.

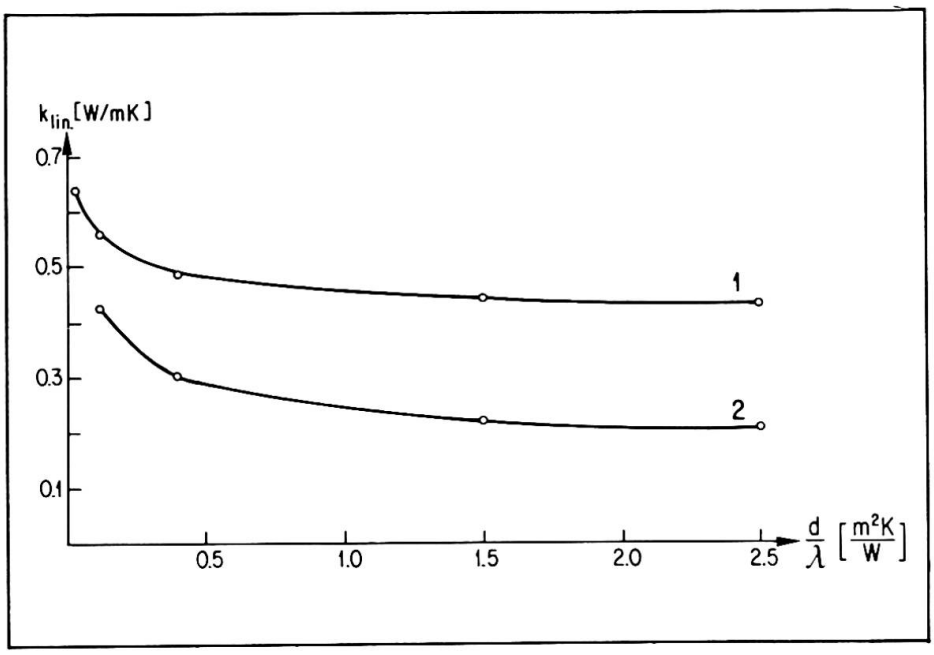


Fig. 6: Linearer k-Wert in Abhängigkeit von d/λ
Kurve 1: Armierungsstahl Kurve 2: Edelstahl
d: Dicke des Dämmelementes [m]
λ: Wärmeleitfähigkeit des Dämmelementes [W/mK]

Mit Hilfe des linearen k-Wertes und der Heizgradtage lässt sich der Energieverlust pro Meter Kragplatte für die Heizperiode abschätzen:

$$E = 24 * k_{lin} * HGT$$

E: Energieverluste pro Meter Kragplatte während der Heizperiode
k_{lin}: linearer k-Wert
HGT: Heizgradtage

Nach [3] ist für die Wetterstation Zürich SMA HGT = 3616. Für eine durchbetonierte Kragplatte ergibt sich damit ein Energieverlust von 56 kWh/ma. Ausgehend von diesem Basiswert wurden die Energieeinsparungen berechnet, die mit verschiedenen Dämmelementen und Stählen möglich sind. Die Resultate sind in Tab. 2 enthalten.

Fall Nr.	Energieeinsparung [kWh/ma]
1	18
2	17
3	14
4	7
5	38
6	36
7	29
8	19

Tab. 2: Mögliche Energieeinsparungen
Nummerierung wie in Tab. 1

4. ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Durch Verwendung von Edelstahl bei Kragplattenanschlussarmierungen lassen sich im Bereich des Wärmeschutzes bedeutende Verbesserungen erzielen.

Gemäss [4] muss darauf hingewiesen werden, dass Edelstahl an Orten, wo Chloride (Salz) zum Einsatz kommen, korrosionsgefährdet ist. Ein spontanes Versagen der Konstruktion kann nich ausgeschlossen werden. Armierungsstahl, der im Bereich der Kragplattenanschlüsse durch Beschichtung vor Korrosion geschützt sein muss, kündigt ein mögliches Versagen an durch Indizien wie Rostwasser und Neigung der Konstruktion.

VERDANKUNGEN

Den Herren Sagelsdorff und Zimmermann von der EMPA danke ich für die Unterstützung dieser Arbeit. Ebenfalls Dank gebührt den verschiedenen Herstellern von Kragplattenanschlüssen für die zur Verfügung gestellten Unterlagen.

LITERATURVERZEICHNIS

1. RUDOLPHI R., MUELLER R., Bauphysikalische Temperaturberechnungen in FORTRAN. Bd. 1, B.G.Teubner, Stuttgart 1985
2. SIA Empfehlung 180, Wärmeschutz im Hochbau, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 1975
3. SIA Empfehlung 381/3, Heizgradtage der Schweiz, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 1982
4. THEILER F., Korrosion von Stählen, Schweizer Ingenieur und Architekt 7/1986, pp 116