

# Wärmeschutz bei Kragplatten: was bewirken Anschlussarmierungen mit integrierter Wärmedämmung?

Autor(en): **Brühwiler, Daniel / Geiger, Gerhard**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **107 (1989)**

Heft 11

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-77069>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Wärmeschutz bei Kragplatten

Was bewirken Anschlussarmierungen mit integrierter Wärmedämmung?

**Untersucht werden die Einflüsse verschiedener Parameter auf die Oberflächentemperatur und die Wärmeverluste bei Kragplatten, die im Anschlussbereich wärmedämmend sind. Die Parameter umfassen namentlich die Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung und der Armierung, den Armierungsgehalt und die Art der Heizung.**

Kragplattenanschlussarmierungen mit integrierter Wärmedämmung sind seit ein paar Jahren auf dem Markt. Die in-

VON DANIEL BRÜHWILER  
DÜBENDORF UND  
GERHARD GEIGER,  
BRUGG-WINDISCH

tegrierte Wärmedämmung (im folgenden Dämmelement genannt) unterbricht die Betonplatte im Anschlussbereich. Die Warm- und Kaltseite werden also nur noch durch die Armierung verbunden. Damit ergibt sich nicht eine Vermeidung aber doch eine Verminderung des Wärmebrückeneffekts (Bild 1).

Kürzlich wurden zwei Arbeiten veröffentlicht [1, 2], die den Einfluss verschiedener Parameter auf das Verhalten der Wärmebrücke auf rechen-technischem Weg untersuchen. Die Resultate dieser Arbeiten sollen im folgenden zusammengefasst und ergänzt werden. Da nicht in beiden Fällen die gleichen Randbedingungen verwendet wurden, ist ein systematischer Überblick über die einzelnen Einflusspara-

meter vorläufig nicht möglich. Die Trends sind aber klar erkennbar.

Zur Beurteilung des Wärmebrückeneffekts werden – wie üblich – die Oberflächentemperaturen (Kondensat, Schimmelpilz) und die Wärmeverluste (Energie) herbeigezogen (Bild 1).

## Randbedingungen 1

Mit den «Randbedingungen 1» sind die Konstruktionsdaten und die thermischen Randbedingungen gemeint, die in [1] beschrieben sind. Es handelt sich dabei im wesentlichen um ein Zweischalenmauerwerk mit 10 cm Wärmedämmung, das von einer 18 cm starken Betonplatte durchstossen wird. Das Dämmelement der Anschlussarmierung ist 6 cm stark. Alle Berechnungen unter diesen Randbedingungen wurden mit dem Programm STAT3D (finite Differenzen) [3] durchgeführt. Dabei wurde eine Aussentemperatur von  $-15^{\circ}\text{C}$  zugrundegelegt; die resultierenden Oberflächentemperaturen, die im folgenden präsentiert werden, wurden gemäss [4] auf eine Aussentemperatur von  $-10^{\circ}\text{C}$  umgerechnet.

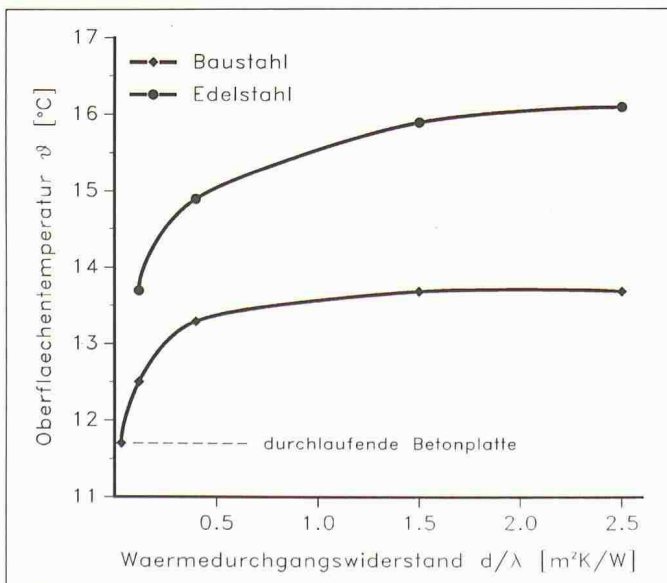


Bild 2. Die Oberflächentemperatur in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangswiderstand des Dämmelementes für zwei verschiedene Armierungsstähle

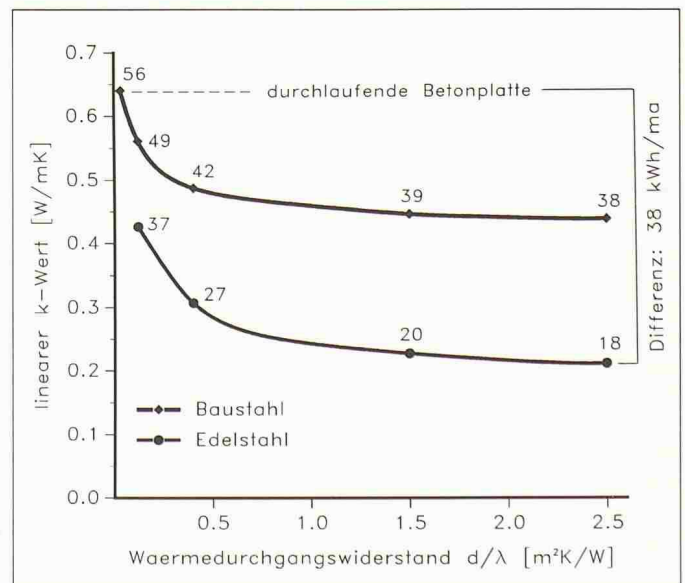


Bild 3. Der lineare k-Wert in Abhängigkeit vom Wärmedurchgangswiderstand des Dämmelementes für zwei verschiedene Armierungsstähle

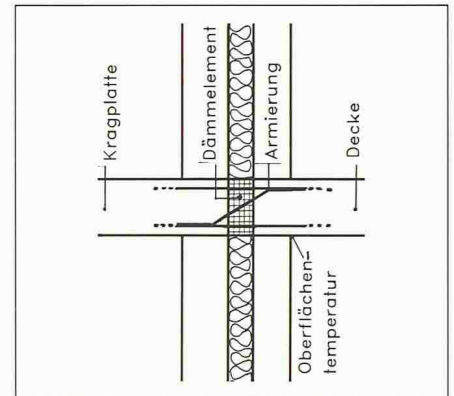


Bild 1. Schnitt durch einen Kragplattenanschluss mit Dämmelement. Die Wärmebrücke besteht nur noch aus den Stahlteilen, die das Dämmelement durchstossen. Mit «Oberflächentemperatur» ist in diesem Bericht immer die Temperatur an der hier bezeichneten Stelle gemeint

## Randbedingungen 2

Mit den «Randbedingungen 2» sind die Konstruktionsdaten und die thermischen Randbedingungen gemeint, die in [2] bzw. [5] beschrieben sind. Es handelt sich dabei im wesentlichen um ein Zweischalenmauerwerk mit 8 cm Wärmedämmung, das von einer 16 cm starken Betonplatte durchstossen wird. Das Dämmelement der Anschlussarmierung ist 8 cm stark. Alle Berechnungen unter diesen Randbedingungen wurden mit dem Programm PAFEC (finite Elemente) durchgeführt.

## Einfluss der Materialeigenschaften

Für die Anschlussarmierungen werden von verschiedenen Herstellern ver-

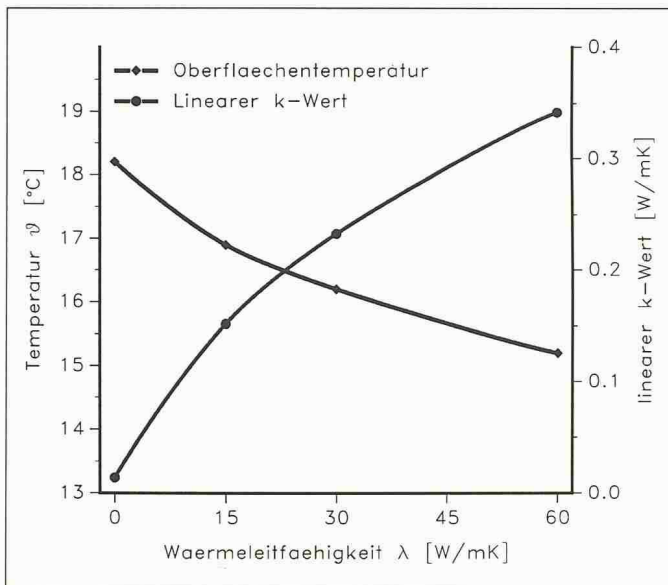


Bild 4. Die Oberflächentemperatur und der lineare k-Wert in Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit des die Dämmschicht durchstossenden Armierungsstahls

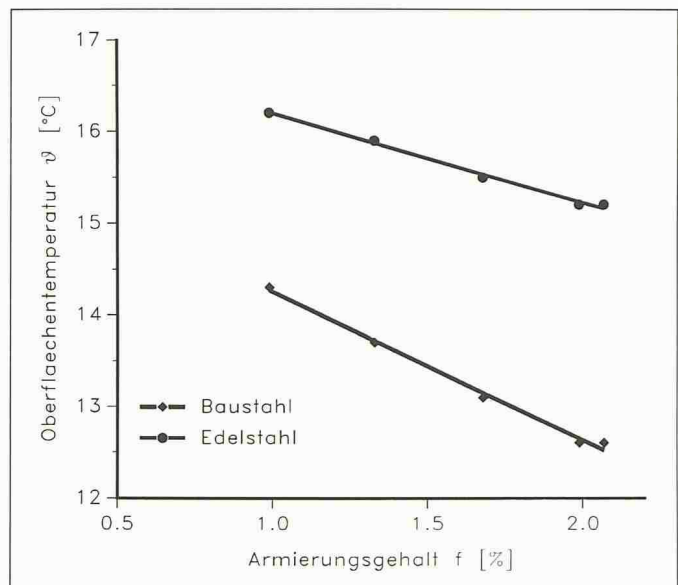


Bild 5. Die Oberflächentemperatur in Abhängigkeit vom Armierungsgehalt für zwei verschiedene Armierungsstähle

schiedene Materialien verwendet. Beim Dämmelement reicht das Spektrum vom Leichtbeton bis zu Polyurethan. Für die Armierung werden sowohl Baustahl als auch Edelstähle eingesetzt. Diese Materialien unterscheiden sich in ihren Wärmeleitfähigkeiten. Der Einfluss dieser Materialeigenschaften soll hier kurz dargestellt werden.

Den Kurven in den Bildern 2 und 3 liegen folgende Annahmen zugrunde:

Randbedingungen 1  
 Armierungsgehalt: 1,33%  
 Wärmedurchgangswiderstand des Dämmelements: variabel  
 Wärmeleitfähigkeit des Stahls:  
 $\lambda = 60 \text{ W/mK}$  (Baustahl) bzw.  
 $\lambda = 15 \text{ W/mK}$  (Edelstahl)

Gemäss [2] ist der Armierungsgehalt definiert als prozentualer Anteil des Armierungsquerschnitts am gesamten Deckenquerschnitt im Bereich des Dämmelementes.

Aus dem Verlauf der Oberflächentemperatur in Bild 2 lassen sich zwei Schlüsse ziehen:

□ Bereits bei einem Wärmedurchgangswiderstand des Dämmelementes von  $d/\lambda = 0,4 \text{ m}^2\text{K/W}$  (z.B.  $d = 0,06 \text{ m}$  und  $\lambda = 0,15 \text{ W/mK}$ ) ist eine wesentliche Verbesserung gegenüber der durchbetonierten Platte erreicht. Mit andern Worten: Die Oberflächentemperatur kann bedeutend erhöht werden, auch wenn das Dämmelement nicht aus einem Topwärmedämmmaterial besteht.

□ Edelstähle bewirken im Vergleich zum Baustahl eine zusätzliche Erhöhung der Oberflächentemperaturen von ungefähr  $2^\circ\text{C}$ .

Der lineare k-Wert (Bild 3) ist ein Mass für die Wärmeverluste, die im Bereich

der Wärmebrücke (im Vergleich zur ungestörten Wand) zusätzlich entstehen.

(1)  $E = 24 \cdot k_{lin} \cdot \text{HGT}$  [Wh/ma]  
 E: Energieverluste  
 $k_{lin}$ : linearer k-Wert  
 HGT: Heizgradtage

Mit der Formel (1) können die während der Heizperiode auftretenden zusätzlichen Wärmeverluste infolge der Wärmebrücke abgeschätzt werden. Die entsprechenden Werte für Zürich (in kWh/ma) sind den einzelnen Punkten in Bild 3 beigefügt. Unter den gegebenen Bedingungen beträgt demnach die maximal mögliche Energieeinsparung pro Laufmeter und Jahr 38 kWh.

Bild 4 illustriert den Einfluss der Wärmeleitfähigkeit der Armierung auf das Verhalten der Wärmebrücke. Dem Bild liegen folgende Annahmen zugrunde:

Randbedingungen 2  
 Armierungsgehalt: 0,86%  
 Wärmedurchgangswiderstand des Dämmelements:  $d/\lambda = 2,0 \text{ m}^2 \text{K/W}$   
 (z.B.  $d = 0,08 \text{ m}$  und  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ )  
 Wärmeleitfähigkeit des Stahls: Im Bereich des Dämmelementes variabel, sonst  $\lambda = 60 \text{ W/mK}$

Bei steigender Wärmeleitfähigkeit nimmt die Oberflächentemperatur ab und der lineare k-Wert zu. Verwendet man Baustahl ( $\lambda = 60 \text{ W/mK}$ ) im Bereich des Dämmelementes, so steigt der lineare k-Wert im Vergleich zur Lösung ohne Perforation der Dämmschicht ( $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ ) - der Balkon müsste in diesem Fall aussen abgestützt werden - um  $0,32 \text{ W/mK}$ . Die durchgehende Armierung mit Baustahl reduziert die Temperatur um  $3^\circ\text{C}$ . Die Änderungen der Funktionswerte sind unterproportional zur Leitfähigkeit  $\lambda$ .

### Einfluss des Armierungsgehaltes

Die Hersteller bieten solche Anschlussarmierungen mit unterschiedlichem Armierungsgehalt an, um verschiedenen statischen Anforderungen gerecht zu werden. Die Figuren 5 und 6 illustrieren den Einfluss des Armierungsgehaltes auf das Verhalten der Wärmebrücke. Es liegen folgende Annahmen zugrunde:

Randbedingungen 1  
 Armierungsgehalt: variabel  
 Wärmedurchgangswiderstand des Dämmelements:  $d/\lambda = 1,5 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 Wärmeleitfähigkeit des Stahls:  
 $\lambda = 60 \text{ W/mK}$  (Baustahl) bzw.  
 $\lambda = 15 \text{ W/mK}$  (Edelstahl)

Sowohl die Oberflächentemperatur als auch der lineare k-Wert verhalten sich im gezeigten Argumentbereich in guter Näherung linear. Die Geradensteigung ist bei Baustahl fast doppelt so gross wie bei Armierungen aus Edelstahl.

### Einfluss der Platzierung der Heizflächen

Bei den bisherigen Betrachtungen wurde warmseitig eine Lufttemperatur von  $20^\circ\text{C}$  angenommen. Wenn nun aber im Bereich des Kragplattenanschlusses eine Wärmequelle wie etwa ein Radiator oder eine Bodenheizung vorhanden ist, verändert dies das Verhalten der Wärmebrücke (vgl. Bild 7). Der Figur liegen folgende Annahmen zugrunde:

Randbedingungen 2  
 Armierungsgehalt: 0,86%  
 Wärmedurchgangswiderstand des Dämmelements:  $d/\lambda = 2,0 \text{ m}^2\text{K/W}$

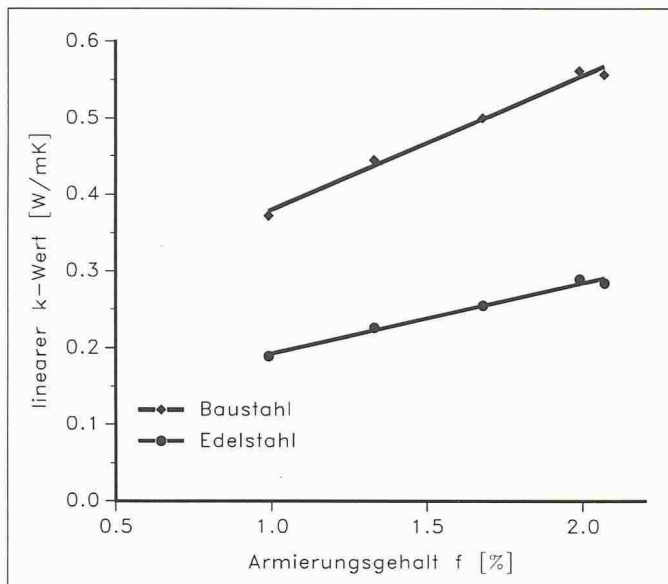


Bild 6. Der lineare k-Wert in Abhängigkeit vom Armierungsgehalt für zwei verschiedene Armierungsstähle

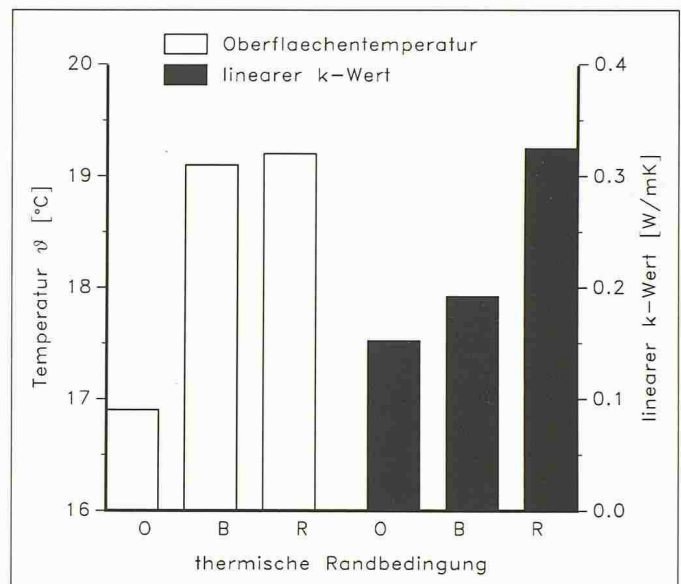


Bild 7. Die Oberflächentemperatur bzw. der lineare k-Wert bei verschiedenen Heizungen.

O: keine Wärmequelle im Anschlussbereich, allgemeine Raumheizung

R: Radiator an der Aussenwand platziert, Temperatur der Radiatorrückseite 50 °C

B: Bodenheizung, Oberflächentemperatur 25 °C

(z.B.  $d = 0,08$  m und  $\lambda = 0,04$  W/mK)  
Wärmeleitfähigkeit des Stahls:  
 $\lambda = 15$  W/mK

Eine Wärmequelle im Anschlussbereich verbessert die Situation bezüglich der Oberflächentemperatur, vergrößert aber die Wärmeverluste. Bodenheizungen sind bedeutend vorteilhafter als Radiatoren. Bei beiden steigt die Oberflächentemperatur um den gleichen Betrag, die Wärmeverluste sind aber bei der Bodenheizung deutlich geringer. Die Ursache liegt darin, dass beim Radiator die ganze Heizfläche Wärme an die Aussenwand abgibt, während die Bodenheizung nur am Rande Kontakt zur Aussenwand hat.

### Zusammenfassung

– Das Dämmelement bei Anschlussarmierungen muss nicht unbedingt aus einem Topwärmedämmmaterial bestehen, um eine Verminderung des Wärmebrückeneffekts zu erzielen.

– Die Verwendung von Edelstahl statt Baustahl im Bereich des Kragplattenanschlusses ist wärmetechnisch vorteilhaft. Betreffend Korrosionsgefahr und statische Langzeitsicherheit sind noch keine abschliessenden Ergebnisse verfügbar.

– Sowohl die Oberflächentemperatur als auch der lineare k-Wert sind in erster Näherung lineare Funktionen des Armierungsgehaltes.

– Eine Wärmequelle im Bereich des Kragplattenanschlusses (z.B. Radiator oder Bodenheizung) erhöht die Oberflächentemperaturen, aber auch die Wärmeverluste.

Die vorliegende Arbeit zeigt nur gewisse Trends auf. Für eine systematische Untersuchung sind weitere Arbeiten geplant.

Adressen der Verfasser: D. Brühwiler, dipl. Phys. ETH, EMPA, Abt. Bauphysik, 8600 Dübendorf und G. Geiger, dipl. Bauing. ETH, Professor an der HTL Brugg-Windisch, 5200 Windisch.

### Literatur

- [1] Brühwiler, D.: Wärmedämmung von Kragplatten. 5. Schweizerisches Status-Seminar «Energieforschung im Hochbau». Dübendorf: EMPA-KWH 1988
- [2] Geiger, G.: Dreidimensionale finite Elemente-Analyse des Wärmedurchgangs an markt gängigen Balkenknötenpunkten des Hochbaus. 5. Schweizerisches Status-Seminar «Energieforschung im Hochbau». Dübendorf: EMPA-KWH 1988  
Sowie in Brunner C.U., Nänni J.: Wärmebrücken – optimierte Neubaudetails, Zürich 1988
- [3] Rudolphi, R., Müller, R.: Bauphysikalische Temperaturberechnung in FORTRAN. Stuttgart: Teubner-Verlag 1985
- [4] SIA-Norm 180: Wärmeschutz im Hochbau, p. 23. Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein 1988
- [5] SIA-Dokumentation 99: Wärmebrückenkatalog 1. Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein 1985