

Autor: Dipl.-Ing. Architekt Stefan Horschler,
Büro für Bauphysik



Foto: privat

Einfacher und kostengünstiger zu bauen, führt nun nicht zwangsläufig zu neuen Bau- und Füge-techniken und erfordert sicherlich auch nicht eine Neuerfindung des Bauens. Kostenreduktion sollte schon gar nicht zulasten der Gebrauchstauglichkeit gehen. Interessant wird es da, wo qualitativ hochwertiges Bauen durch Änderung der Planung und Ausführung erreicht werden kann und die Kosten im Großen und Ganzen ähnlich bleiben.

Tiefgaragenanschlüsse und Wärmebrückenminimierung

Die Mindestanforderungen zur Vermeidung von Schimmel und Tauwasser werden seit vielen Jahrzehnten in der DIN 4108 beschrieben. Abgeleitet aus einem Innenklima von $\theta_i = 20\text{ °C}$ und $\phi = 50\%$ wird für Kanten und Ecken für Wohn- und wohnähnliche Gebäude eine Oberflächentemperatur von $\theta_{si} \geq 12,6\text{ °C}$ angegeben. Ob im Einzelfall Schimmel an der Bauteiloberfläche auftritt, hängt zum einen vom Innenklima (nutzerabhängige Einflussgröße) und zum anderen von der Oberflächentemperatur und somit der feuchteschutztechnischen Robustheit der Konstruktion ab. Der Nutzer übt durch sein Heiz- und Lüftungsverhalten und die konkrete Möblierung einen großen Einfluss aus. Werden möglichst wenig störanfällige „robuste“ Gebäudestandards angestrebt, so sind hohe Oberflächentemperaturen nicht zuletzt auch aus ökonomischen Gründen empfehlenswert, so kann hierdurch an anderer Stelle auf aufwendige Lüftungstechnik verzichtet werden. Diese Standards theoretisch sicherzustellen, ist Aufgabe der Hochbauplanung, sie aber auch praktisch zu erzielen, ist wiederum eine Folge der Beheizung in der Nutzung.

Tiefgaragenanschlüsse

Hohe Oberflächentemperaturen in Kanten und Ecken zu erzielen, ist insbesondere bei Stahlbetonkonstrukti-

onen eine konstruktive Herausforderung. Mit der Überarbeitung und Neuherausgabe der DIN 4108 Beiblatt 2 im Juni 2019 wurden hierzu eine große Anzahl von Planungsbeispielen geliefert; erweitert wurde das Beiblatt u. a. um Tiefgaragenanschlüsse. Anzumerken ist, dass die dargestellten Planungs- und Ausführungsbeispiele sich ausschließlich auf Kanten (zweidimensionale Wärmebrücken), nicht aber auf Ecken oder punktförmige Wärmebrückensituationen beziehen (dreidimensionale Wärmebrücken). Bei Anschlüssen mit Tiefgaragen wird aus Kostengründen hin und wieder auf eine Anordnung der Dämmung unterhalb der Decke verzichtet und diese ausschließlich auf der Geschossdecke verlegt. Zwar sind der Dämmstoff und i.d.R. auch der Einbau kostengünstiger im Vergleich zu einer Anordnung auf und unterhalb der Tiefgaragendecke, jedoch ergeben sich im Falle derselben lichten Raumhöhen höhere Rohbaukosten für den beheizten Bereich. Zudem kann es sein, dass je nach Grundrissgestaltung und Größe der Räume die Anzahl der zweidimensionalen Wärmebrücken durch den Anschluss Wand an Tiefgarage zunimmt. Aus feuchteschutztechnischer Sicht wäre hierbei zu bedenken, dass im Fall der Dämmstoffanordnung ausschließlich auf der Tiefgaragendecke die Oberflächentempera-

Abb.1 und 2: Tauwasserbildung unterhalb einer Tiefgaragendecke



Foto: Stefan Horschler



Foto: Stefan Horschler

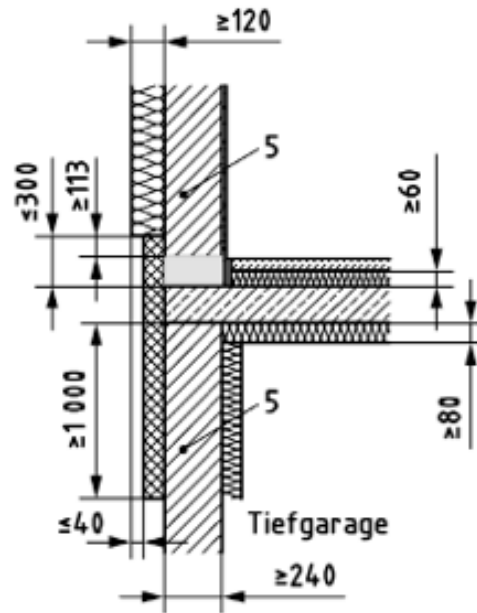
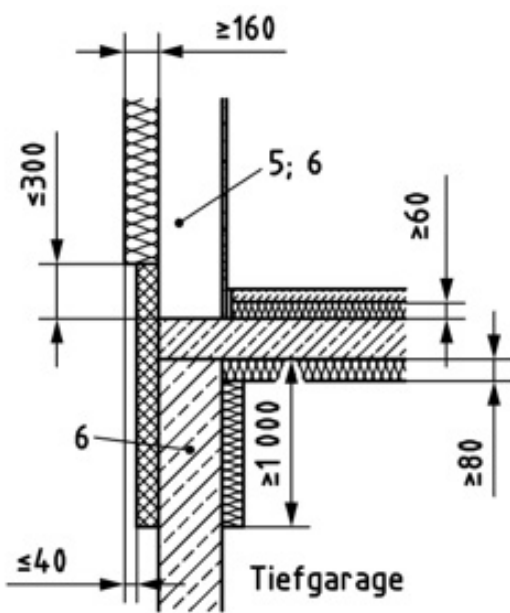


Foto: Schöck Bauteile GmbH

Foto: Schöck Bauteile GmbH

Abb. 5 und 6: Tiefgaragenaußenwände und Stützen...

...mit flankierenden Dämmmaßnahmen



Grafiken: DIN 4108 Beiblatt 2:2019-06, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Ausgabe: 2019-06

Kategorie A: $\Psi_{Ref} \leq 0,42 \text{ W/(mK)}$

Kategorie B: $\Psi_{Ref} \leq 0,24 \text{ W/(mK)}$

Abb. 3 und 4: Beispiel Nr. 67 (links) und 69 (rechts) der DIN 4108 Beiblatt 2 mit Flankendämmungen außen und innen: Tiefgaragendecke innen- und außengedämmt, Außenwand außengedämmt

tur außen im Winter an der Unterseite der Decke sehr niedrig ist, sich aufgrund der Trägheit (Speicherfähigkeit) des Betons sich nur langsam ändert und hier bei Wetterumschwüngen eine ausgeprägte Tauwassergefahr besteht. Dieses Tauwasser kann Verschmutzungen an der Deckenunterseite abtragen und für Ärger sorgen. Soll abtropfendes Wasser vermieden werden, ist die Anordnung von Dämmstoff auf und unterhalb der Tiefgaragendecke ratsamer. Im Hinblick auf die Oberflächentemperatur oberhalb der Tiefgaragendecke ergeben sich hierdurch zusätzlich günstigere Temperaturen im Vergleich zur Anordnung von Dämmung ausschließlich auf der Oberseite.

Der Sockel

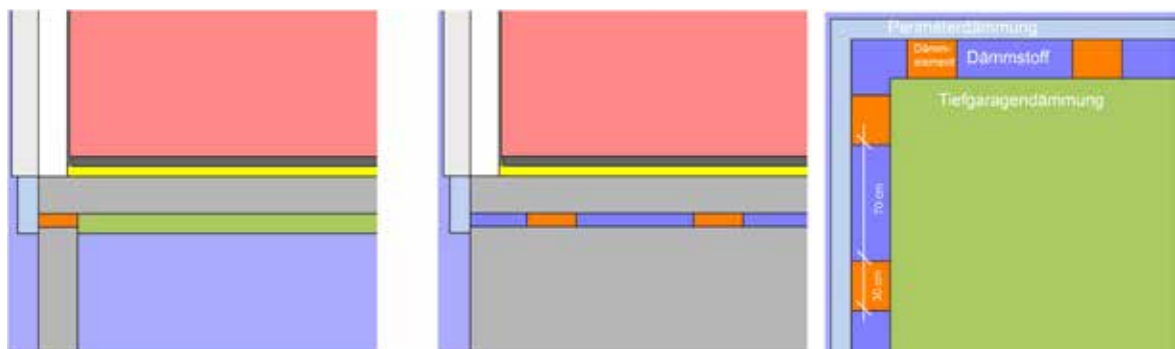
Gleichzeitig wird mit der Anordnung der größeren Dämmschicht unterhalb der Tiefgaragendecke der energetische Einfluss der Wärmebrücke der Trag- und Stützelemente unterhalb der Tiefgaragendecke aktiviert. Zur Minimierung des Einflusses sind in DIN 4108 Beiblatt 2

flankierende Dämmmaßnahmen für den Sockelanschluss dargestellt (siehe Abb. 2). In der Baupraxis findet man die in Abb. 2 abgebildete Lösung mit flankierenden Dämmmaßnahmen häufig im Zusammenhang mit Stahlbetonwänden, Abb. 3. Gemauerte Tiefgaragenaußenwände indes finden sich selten. Im Hinblick auf den energetischen Einfluss wäre es für einen reduzierten pauschalen Wärmebrückenzuschlag von $\Delta U_{WB} = 0,03 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ passend, wenn die Detaillösung der Kategorie B entspräche. Soll auch aus gestalterischen Gründen auf flankierende Dämmmaßnahmen bei Stahlbetonwänden verzichtet werden, wäre eine thermische Trennung der Tiefgaragenaußenwand zwischen Perimeter- und unterer Tiefgaragendämmung wünschenswert. Dieser Fall ist allerdings im Beiblatt 2 nicht bildlich dargestellt. Alternativ zu flankierenden Dämmmaßnahmen auf der Außen- und Innenseite der Tiefgaragenwand wie in Abb. 2 und Abb. 3 besteht heute die Möglichkeit, durch Einbau spezieller Dämmelemente die Dämmung unterhalb der Tiefgaragendecke an die Dämmebene der Außenwand anzukop-

peln. Die Industrie bietet hierzu punktförmige Dämmelemente an, die eine Anschlussbewehrung im Dämmstoff integrieren. Diese Elemente mit einer Länge von 30 cm werden punktuell eingebaut. Das Zwischenmaß hängt von den jeweiligen tragwerkstechnischen Randbedingungen ab. Für die folgenden Berechnungen wurde ein Zwischenmaß von 70 cm (Achismaß in der Zeichnung: 1 m) angesetzt. Zwischen den Elementen mit einer Höhe

von 8 cm befindet sich Dämmstoff. Für das in Abb. 2 dargestellte konstruktive Grundprinzip zur Minimierung der Wärmebrückenwirkung aus dem Beiblatt 2 und der alternativen Ausbildung ohne flankierende Dämmmaßnahmen, aber mit thermischer Trennung unterhalb der Tiefgaragendecke wurden zwei- und dreidimensionale Wärmebrückenberechnungen durchgeführt. Hierbei wurden folgende Randbedingungen berücksichtigt:

Abb. 7: Schnitt- und Grundrissdarstellungen zum Verständnis des speziellen Dämmelements



Grafik: Stefan Horschler

Abb. 8: Geometrien und Materialdaten für Ausführung bei Socket (Wand)

Randbedingungen			
	Dicke in cm	Material	l in W/(mK)
	Socket		
	1,5	Innenputz	0,7
	17,5	KS-Mauerwerk	1,3
	16	Außenwanddämmung	0,035
	24	Stahlbetonwand	2,3
	12	Perimeterdämmung	0,04
	6	Zementestrich	1,4
	6	Dämmung auf KD	0,04
	22	Tiefgaragendecke	2,3
	70 / 24 / 8	Dämmstoff	0,036
	30 / 24 / 8	Dämmelement, z.B. Sconnex	0,29
	12	Dämmung unter TG- Kellerdecke	0,035
	Luft innen 20 °C	Rsi = 0,25 m²K/W bzw. Rsi = 0,13 und 0,17 m²K/W	
	Luft aussen -5 °C	Rse = 0,04 m²K/W	

Abb. 9: Ergebnisse der zwei- und dreidimensionalen Wärmebrückenberechnungen. Für die Kategorie B der DIN 4108 Bbl 2 müsste entsprechend Beispiel 69 ein Referenzwert von $\Psi_{Ref} \leq 0,24 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ erreicht werden. Mit einer thermischen Trennung durch das Dämmelement wird auch die Anforderung der Kategorie B erfüllt.

	Variante	Oberflächentemperatur		Psi-Wert
		Kante in °C	Ecke	Kante in W/(mK)
Fall 1	DIN 4108 Beiblatt 2, Beispiel Nr. 67: Tiefgaragendecke innen- und außengedämmt, 17,5er KS-Außenwand außengedämmt, Tiefgaragenwand Beton, Kategorie A Yref < 0,42 W/(mK)	13,3	11,3	0,26
Fall 2	17,5er KS-Außenwand außengedämmt an Tiefgaragendecke mit thermischer Trennung unterhalb der Tiefgaragendecke ohne Flankendämmungen	14,9	12,9	0,14
Fall 3	18 cm Stahlbetonwand außengedämmt an Tiefgaragendecke mit thermischer Trennung unterhalb der Tiefgaragendecke ohne Flankendämmungen	15,0	13,5	0,17

Für den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ musste die Inhomogenität im Bereich des Dämmelementes aus einer Wärmeleitfähigkeit von $0,29 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ und $0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ zu einer quasi homogenen Wärmeleitfähigkeit umgerechnet werden. Diese wurde über eine dreidimensionale Wärmebrückenberechnung zu einer äquivalenten Wärmeleitfähigkeit mit $\lambda = 0,101 \text{ W}/(\text{mK})$ ermittelt.

Fazit: Mit der thermischen Trennung des Gebäudesockels unterhalb der Tiefgaragendecke wird der für die Kategorie B erforderliche Referenzwert $\Psi_{\text{Ref}} \leq 0,24 \text{ W}/(\text{mK})$ in den untersuchten Beispielen nicht nur eingehalten, sondern deutlich unterschritten. Weiterhin ergibt sich für die Raumecke zwischen Estrich und Innenputz auch ohne die häufig realisierte Flankendämmung eine Oberflächentemperatur von über $12,6 \text{ °C}$. Die Kostenkonsequenzen sollten im Einzelfall seriös ermittelt und gegenübergestellt werden. Referenzberechnungen haben ergeben, dass die Ausführung mit einer thermischen Trennung nahezu kostenneutral sein kann, da Lohn und Materialaufwand der Flankendämmung entfallen. Zudem ragt die Flankendämmung üblicherweise in den lichten Raum der Tiefgarage hinein und reduziert damit die Bewegungsfreiheit im meist knapp bemessenen Parkraum (nähere Hinweise in Garagenverordnung).

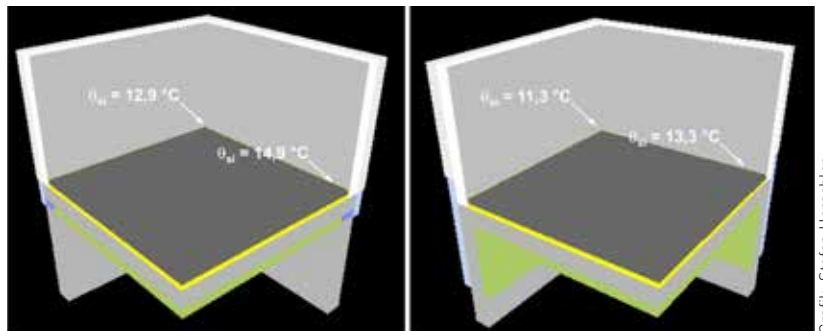
Die Stütze

Neben den Wandlösungen stehen auch thermische Trennelemente für Stützen – bereits ab einer Geometrie von $25 \times 25 \text{ cm}$ zur Verfügung. Analog zu den Wänden kann die klassische Flankendämmung vollständig durch das thermische Trennelement ersetzt werden.

Das gewährleistet nicht nur eine hohe und verlässliche Dämmqualität, sondern führt auch zu einem deutlich ruhigeren Erscheinungsbild in Tiefgaragen und Untergeschossen. Der Wegfall der sichtbaren Flankendämmung schafft klare Fugensituationen und eine architektonisch aufgeräumte Gestaltung, die sich positiv auf die gesamte Raumatmosphäre auswirkt.

Zusammenfassung

Von der Unterseite nicht gedämmte Tiefgaragendecken neigen zu einer unterseitigen Tauwasserbildung, wenn feuchte Luftmassen an die kalte Deckenunterseite streifen. Zur Vermeidung ist eine Anordnung einer unterseitigen Dämmung sinnvoll. Wird auf diese zurückgegriffen, ergeben sich im Sockelbereich einer von außen gedämmten massiven Außenwand auch bei Einbau von flankierenden Dämmungen in der Außenecke unter stationären Randbedingungen niedrige Oberflächentemperaturen. Diese können durch eine wirksame thermische Trennung zwischen Tiefgaragendecke und Tiefgaragenwand deutlich erhöht werden. Neben dem feuchteschutztechnischen Vorteil ergibt sich auch ein energetischer: die Anschlussituation könnte der Kategorie B der DIN 4108



Grafik: Stefan Horschler

Abb. 10: Oberflächentemperaturen für die in Abbildung 65 angegebenen 2 Fälle (links: Dämmelement- Fall 2, rechts: flankierende Dämmung - Fall 1)

Beiblatt 2 zugeordnet werden. Daneben sollte auch der gestalterische Aspekt nicht unerwähnt bleiben.

Die Kosten für eine thermische Trennung liegen in Bezug auf Lohn- und Materialaufwand ggf. etwas höher als jene der klassischen Flankendämmung. Entscheidend ist jedoch, dass durch den Wegfall der Flankendämmung, die in vielen Fällen in die lichte Höhe des Parkraums ragt, zusätzliche nutzbare Fläche gewonnen werden kann – ein zunehmend relevanter Aspekt in der Planung von Tiefgaragen und verdichteten urbanen Projekten.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil: Die thermische Trennung ist ein integraler Bestandteil des Rohbaus. Sie muss im Gegensatz zu Flankendämmungen im Lebenszyklus weder saniert noch ausgetauscht werden. Dies reduziert langfristig die Betriebskosten und erhöht zugleich die bauliche Nachhaltigkeit.



Foto: Schöck Bauteile GmbH

Abb. 11: Thermische Trennung