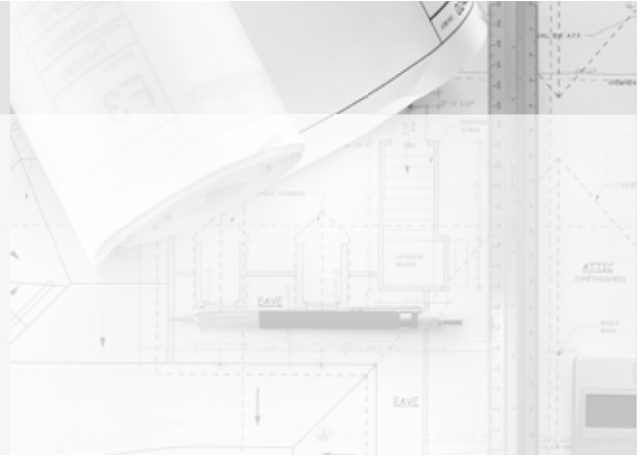


Physique du bâtiment

Bases de planification

Conception de la structure

Exécution des travaux



Physique du bâtiment Schöck Isokorb® R

Protection thermique

Réhabilitation énergétique

En raison des exigences de plus en plus strictes en matière d'économie d'énergie, une diminution des besoins en énergie doit être prise en compte; cette économie est clairement perceptible, surtout dans les bâtiments neufs. Des économies importantes sont également possibles avec les quelque 2 millions de constructions dans l'existant. Plus des 2/3 du volume construit total en Suisse remonte à avant 1975. La plupart n'ont pas été réhabilités et présentent des performances énergétiques catastrophiques. Leurs besoins en énergie primaire sont beaucoup plus élevés que dans les constructions récentes. En plus de ne pas respecter l'environnement, ils multiplient les coûts annexes pouvant aller jusqu'à représenter un deuxième loyer.

Il est évident que, dans ce cas, des économies peuvent facilement être réalisées. Une rénovation appropriée et des techniques de construction modernes peuvent contribuer à réduire les besoins en chauffage jusqu'à 80%. Ce potentiel doit être exploité pour aider à diminuer durablement les coûts en chauffage dans l'ensemble du parc immobilier et protéger l'environnement.

Lors d'une réhabilitation énergétique, l'enveloppe du bâtiment doit être améliorée du point de vue énergétique, par exemple en installant une isolation extérieure avec revêtement de façade. Les ponts thermiques, comme les dalles de balcon en continu, ne doivent pas être négligés, au risque d'entraîner des dommages sur le bâtiment.

Pont thermique: définition

Un pont thermique est une partie d'un ouvrage située dans l'enveloppe du bâtiment qui est à l'origine d'une augmentation de la déperdition thermique. L'augmentation de la déperdition thermique a pour conséquence une déformation de ladite partie de l'ouvrage (pont thermique géométrique) ou la présence de matériaux localisés dans la zone en question présentant une augmentation de leur conductivité thermique (pont thermique dû aux matériaux).

Effets des ponts thermiques

Dans la zone d'un pont thermique, les températures de surface sont inférieures à celles de la zone murale environnante. Au niveau des surfaces froides, on observe alors la présence d'eau condensée et la formation de moisissure. À partir d'un taux d'humidité de l'air de 80%, les spores de moisissure se développent. De la moisissure peut apparaître derrière les papiers peints et les moquettes sans que l'on s'en aperçoive.

Si de la moisissure se forme dans la zone d'un pont thermique, la présence de spores de moisissure dans une pièce peut être à l'origine de troubles graves de la santé des habitants. Les spores de moisissure agissent comme des allergènes et peuvent ainsi provoquer des réactions allergiques violentes. Les troubles classiques sont par exemple des maux de tête, une grande fatigue, des maladies des voies respiratoires, voire de l'asthme. Une exposition quotidienne prolongée dans un logement peut entraîner un risque élevé d'allergie chronique.

Les ponts thermiques provoquent également une déperdition thermique importante. Plus une maison est bien isolée, plus les déperditions thermiques liées à un pont thermique diminuent. L'énergie perdue via un pont thermique peut représenter jusqu'à 20% du coefficient de déperdition par transmission.



Augmentation du risque de colonisation de moisissures



Augmentation de la déperdition de chaleur

Physique du bâtiment Schöck Isokorb® R

Le balcon comme pont thermique

Spécificités des raccordements de balcon

Dans le cas des raccordements des dalles de balcons sans traitement du pont thermique, la synergie des ponts thermiques géométriques (principe des ailerons d'un cylindre des dalles de balcon) et les ponts thermiques dus aux matériaux (conductivité thermique élevée d'une dalle en béton armé) produit un flux thermique de façon à ce que les raccordements du balcon sans traitement du pont thermique fassent partie des ponts thermiques critiques de l'enveloppe du bâtiment. Il s'ensuit alors une forte diminution de la température de surface dans la zone de raccordement et une déperdition considérable de l'énergie de chauffage.

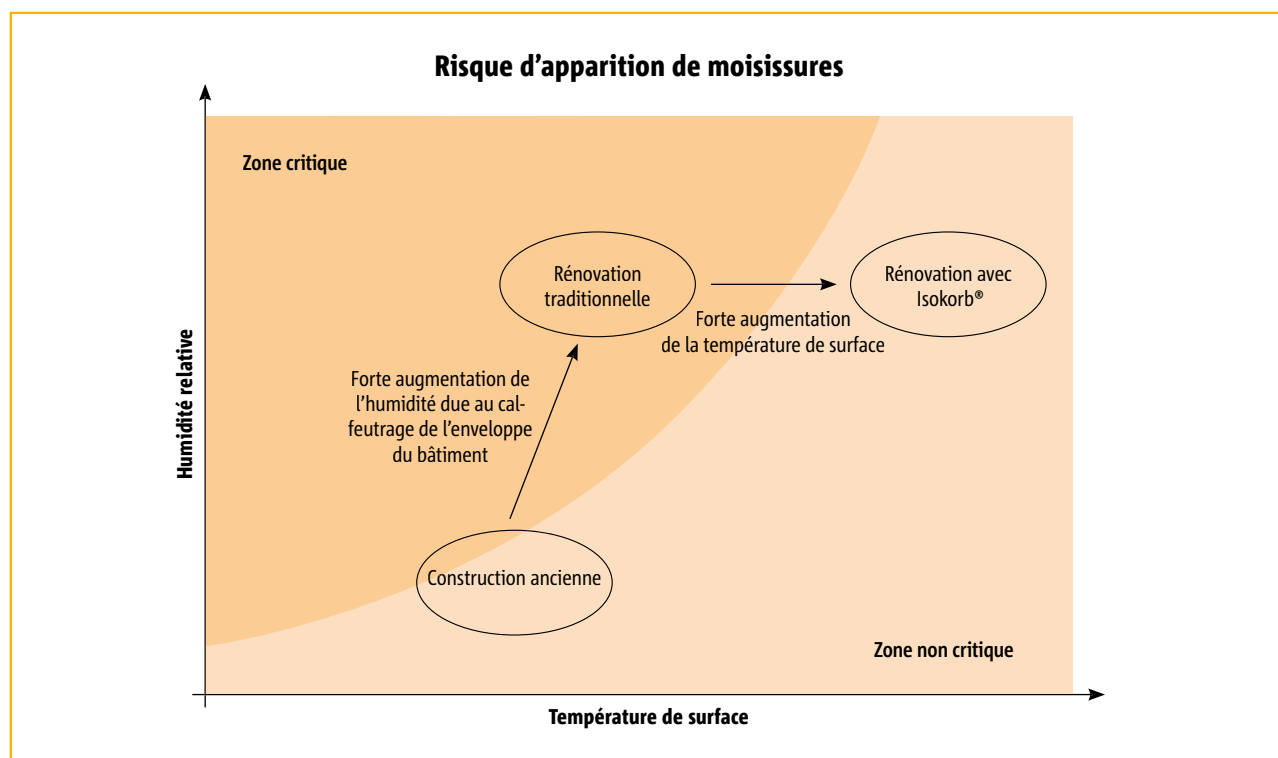
Effets des raccordements des dalles de balcons sans traitement du pont thermique sur la réhabilitation thermique d'un bâtiment

Même lorsqu'aucun dégâts ne sont visibles sur la construction du bâtiment (formation de moisissures) malgré un balcon sans traitement du pont thermique, il est cependant indispensable de les séparer thermiquement dans le cadre d'une réhabilitation énergétique. Une réhabilitation énergétique a un impact sur l'humidité et la température de surface. Dans le cas d'une réhabilitation énergétique partielle, on observe alors souvent des dégâts sur la construction engendrés par les ponts thermiques restants.

La responsabilité incombe aux mécanismes suivants:

Lors d'une réhabilitation énergétique, une attention toute particulière est portée à la qualité du calfeutrage de l'enveloppe du bâtiment. Comme les bâtiments anciens présentent généralement de nombreux problèmes d'étanchéité, ce processus réduit le taux de renouvellement d'air à travers l'enveloppe du bâtiment. Avec pour conséquence une augmentation de l'humidité relative dans le bâtiment une fois la réhabilitation terminée.

L'équilibre ambiant dans les constructions antérieures entre une humidité relative faible et une température de surface basse est ainsi déplacé de façon inappropriée. Dans les bâtiments rénovés d'un point de vue énergétique, l'humidité relative augmente et la température de surface dans la zone d'un balcon sans traitement du pont thermique reste basse. De la condensation peut se former sur la surface. Le risque de formation de moisissure se trouve ainsi augmenté par rapport à un bâtiment non rénové. Dans le cas d'une réhabilitation énergétique complète qui inclue également la séparation thermique du balcon, la température de surface intérieure augmente. L'ouvrage se trouve ainsi dans une zone thermique non critique. En choisissant l'Isokorb® de type R de Schöck pour la rénovation de votre balcon, vous vous trouvez du bon côté.



Physique du bâtiment Schöck Isokorb® R

Exigences en termes de protection thermique

Minimisation du pont thermique

Exigences concernant la température de surface minimale et le coefficient de température f_{Rsi}

La température de surface minimale θ_{min} est la température de surface la plus basse survenant dans la zone d'un pont thermique. La valeur de la température de surface minimale détermine si de la condensation ou de la moisissure se forme au niveau du pont thermique. C'est également une valeur caractéristique de la sensibilité à l'humidité d'un pont thermique.

Les valeurs caractéristiques θ_{min} et la valeur ψ dépendent du montage constructif du pont thermique (dimensions et conductivité thermique des matériaux composant le pont thermique). La température de surface minimale dépend également de la température de l'air extérieur: plus la température de l'air extérieur est basse, plus la température de surface minimale est basse.

Le coefficient de température f_{Rsi} peut également être utilisé comme alternative à la température de surface minimale comme valeur caractéristique. Le coefficient de température f_{Rsi} est la différence de température entre la surface de température de surface minimale et la température de l'air extérieur ($\theta_{min} - \theta_e$) relative à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur ($\theta_i - \theta_e$):

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{min} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Le SIA 180 prend comme point de départ des conditions climatiques standards dans le logement, avec des températures comprises entre 18 °C et 24 °C. Pour diminuer les dommages causés par l'humidité, le taux d'humidité relatif maximal admis de l'air ambiant ne doit pas être dépassé. De plus, pour limiter l'humidité de surface critique en cas de pont thermique, il faut maintenir

$$f_{Rsi} \geq 0,75$$

ou une note de calcul doit être fournie conformément à SIA 180 pour les ponts thermiques importants.

Exigences en termes de déperdition thermique

La limitation de la déperdition thermique due à un pont thermique est réglementée dans le SIA 380/1 «Énergie thermique dans le bâtiment». Cela permet de réduire les ponts thermiques. La résistance thermique des ponts thermiques évitables doit être minimisée.

L'évaluation de la protection thermique d'un bâtiment peut être effectuée à l'aide des exigences particulières ou via les exigences du système. L'évaluation des exigences particulières est simple, car le calcul des besoins en énergie de chauffage n'est pas nécessaire. Les exigences particulières sont définies de façon à répondre également aux exigences du système dans la plupart des cas.

1. Détermination des exigences particulières:

Les performances ponctuelles doivent être fournies pour chaque ouvrage de grande étendue et tous les ponts thermiques de l'enveloppe thermique du bâtiment. Pour les ponts thermiques au niveau des balcons, les valeurs limites ψ_{ii} et χ_{ii} doivent être respectées et les valeurs cibles ψ_{ia} et χ_{ia} approchées le plus possible.

Il faut également tenir compte du fait que les valeurs ψ et χ changent pour une valeur U élevée des ouvrages de grande étendue adjacents.

Pour que les constructions présentant une meilleure valeur U ne soient pas lésés, les valeurs ψ et χ des valeurs limites des ouvrages de grande étendue du tableau 2 de SIA 380/1 peuvent être utilisées.

2. Détermination de l'exigence du système

Les exigences du système peuvent également être déterminées à la place des exigences particulières. Cela permet d'avoir une plus grande marge de manœuvre pour des solutions économiques. Lors de la détermination des exigences du système, les ponts thermiques doivent être considérés et pris en compte séparément. La prise en considération du système permet de mieux planifier les mesures de rénovation ponctuelles et les exigences peuvent ainsi être traitées plus précisément et plus efficacement.

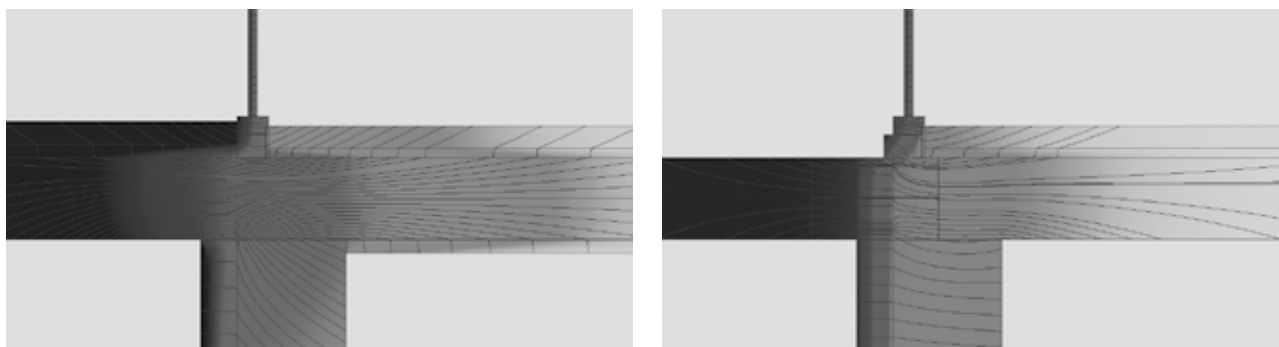
Physique du bâtiment Schöck Isokorb® R

Exigences en termes de protection thermique

Protection thermique avec le Schöck Isokorb® R

Le Schöck Isokorb® R offre la possibilité de séparer thermiquement le balcon d'un bâtiment existant dans le cadre d'une rénovation. Le béton armé en continu est remplacé par le raccordement séparé thermiquement avec Isokorb® R. L'acier ($\lambda = 50 \text{ W/(mK)}$) est également remplacé par l'acier inoxydable ($\lambda = 15 \text{ W/(mK)}$) et le béton ($\lambda = 1,6 \text{ W/(mK)}$) par un isolant ($\lambda = 0,031 \text{ W/(mK)}$). Cela permet de réduire la conductivité thermique dans la zone de raccordement d'env. 90 % et la déperdition thermique via le balcon d'env. 80 %.

Lors de la séparation thermique avec Schöck Isokorb® R, la température de surface augmente et une valeur supérieure à 17 °C peut être atteinte en fonction de la construction. Le risque d'apparition de moisissure est ainsi réduit et garantit un raccordement de balcon équivalent à celui d'un bâtiment récent d'un point de vue thermique.



Chemin thermique de raccordements de balcon, des balcons froids de couleur sombre aux espaces intérieurs chauds aux couleurs claires. Gauche: plancher en béton armé en continu sans rupture thermique. Droite: Rupture thermique avec Schöck Isokorb.

Certification «Maison passive»

Le raccordement de balcon avec Schöck Isokorb® R a reçu le certificat «Pont thermique faible» en tant que première construction pour la rénovation de maisons passives. Le bureau d'étude peut ainsi proposer une architecture de balcon de conception libre avec une faible déperdition de chaleur. Pour répondre aux hautes exigences imposées par les normes destinées aux maisons passives, il faut qu'une construction présente un pont thermique faible et qu'elle ne présente aucune trace de moisissure. Les exigences des instituts concernant les maisons passives ont été développées comme suit.

Besoin du pont thermique:

Dans deux cas d'utilisation typiques (une maison mitoyenne et un immeuble collectif), l'ouvrage répond à l'exigence

$$\Delta U_{WB} < 0,025 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

sachant qu'une majoration due à des ponts thermiques peut être perçue sur la façade opaque:

$$\Delta U_{WB} = \frac{\psi \cdot l + \chi}{A}$$

ψ : Coefficient de déperdition thermique du pont thermique linéique

l : Longueur du pont thermique

χ : Coefficient de déperdition thermique du pont thermique ponctuel

A : Section de référence (façade opaque)

Absence de moisissure:

La température de surface minimale doit être suffisamment élevée pour empêcher la formation de moisissure dans des conditions normales:

$$\theta_{i,min} > 17,0 \text{ °C}$$

Schöck Isokorb® modèles	RKS14-H180	RKS14-H220	RQS12-H180	RQS12-H220
Température de surface intérieure minimale, $\theta_{i,min}$ [°C]	18,93	18,89	19,01	18,98
Coefficient de déperdition thermique, χ [W/(mK)]	0,091	0,096	0,077	0,080

Physique du bâtiment Schöck Isokorb® R

Valeurs thermiques (1 dim.)

Modèle	RKS 10		RKS 14	
	$R_{eq}^{1)}$ [(m²K)/W]	$\lambda_{eq}^{1)}$ [W/(mK)]	$R_{eq}^{1)}$ [(m²K)/W]	$\lambda_{eq}^{1)}$ [W/(mK)]
H [mm]				
160	0,36	0,22	0,30	0,27
180	0,40	0,199	0,33	0,244
200	0,44	0,182	0,36	0,222
220	0,48	0,168	0,39	0,205

¹⁾ relatif à une largeur d'élément de 280 mm et une épaisseur d'élément de 80 mm

Modèle	RK 25		RK 45	
	$R_{eq}^{1)}$ [(m²K)/W]	$\lambda_{eq}^{1)}$ [W/(mK)]	$R_{eq}^{1)}$ [(m²K)/W]	$\lambda_{eq}^{1)}$ [W/(mK)]
H [mm]				
180	0,48	0,168	0,28	0,287
200	0,52	0,154	0,31	0,26
220	0,56	0,142	0,34	0,238
240	0,60	0,132	0,36	0,22
250	0,62	0,128	0,38	0,212

¹⁾ relatif à une largeur d'élément de 1000 mm et une épaisseur d'élément de 80 mm

Modèle	RQS 8		RQS 10		RQS 12	
	$R_{eq}^{1)}$ [(m²K)/W]	$\lambda_{eq}^{1)}$ [W/(mK)]	$R_{eq}^{1)}$ [(m²K)/W]	$\lambda_{eq}^{1)}$ [W/(mK)]	$R_{eq}^{1)}$ [(m²K)/W]	$\lambda_{eq}^{1)}$ [W/(mK)]
H [mm]						
160	0,48	0,167	0,43	0,186	0,38	0,209
180	0,53	0,152	0,47	0,169	0,42	0,19
200	0,57	0,14	0,52	0,155	0,46	0,174
220	0,61	0,13	0,56	0,144	0,50	0,161

¹⁾ relatif à une largeur d'élément de 280 mm et une épaisseur d'élément de 80 mm

Modèle	RQP 10		RQP 40		RQP 60		RQP 70	
	$R_{eq}^{1)}$ [(m²K)/W]	$\lambda_{eq}^{1)}$ [W/(mK)]	$R_{eq}^{1)}$ [(m²K)/W]	$\lambda_{eq}^{1)}$ [W/(mK)]	$R_{eq}^{2)}$ [(m²K)/W]	$\lambda_{eq}^{2)}$ [W/(mK)]	$R_{eq}^{3)}$ [(m²K)/W]	$\lambda_{eq}^{3)}$ [W/(mK)]
H [mm]								
160	0,69	0,115	0,69	0,115	–	–	–	–
180	0,76	0,106	0,76	0,106	0,64	0,125	0,64	0,125
200	0,81	0,098	0,81	0,098	0,69	0,116	0,69	0,116

¹⁾ relatif à une largeur d'élément de 300 mm et une épaisseur d'élément de 80 mm

²⁾ relatif à une largeur d'élément de 400 mm et une épaisseur d'élément 80 mm

³⁾ relatif à une largeur d'élément de 600 mm et une épaisseur d'élément 80 mm

Modèle	RQP 10 + RQP 10		RQP 40 + RQP 40		RQP 60 + RQP 60		RQP 70 + RQP 70	
	$R_{eq}^{1)}$ [(m²K)/W]	$\lambda_{eq}^{1)}$ [W/(mK)]	$R_{eq}^{1)}$ [(m²K)/W]	$\lambda_{eq}^{1)}$ [W/(mK)]	$R_{eq}^{2)}$ [(m²K)/W]	$\lambda_{eq}^{2)}$ [W/(mK)]	$R_{eq}^{3)}$ [(m²K)/W]	$\lambda_{eq}^{3)}$ [W/(mK)]
H [mm]								
160	0,49	0,164	0,49	0,164	–	–	–	–
180	0,54	0,149	0,54	0,149	0,46	0,172	0,46	0,172
200	0,58	0,138	0,58	0,138	0,51	0,158	0,51	0,158

¹⁾ relatif à une largeur d'élément de 300 mm et une épaisseur d'élément de 80 mm

²⁾ relatif à une largeur d'élément de 400 mm et une épaisseur d'élément 80 mm

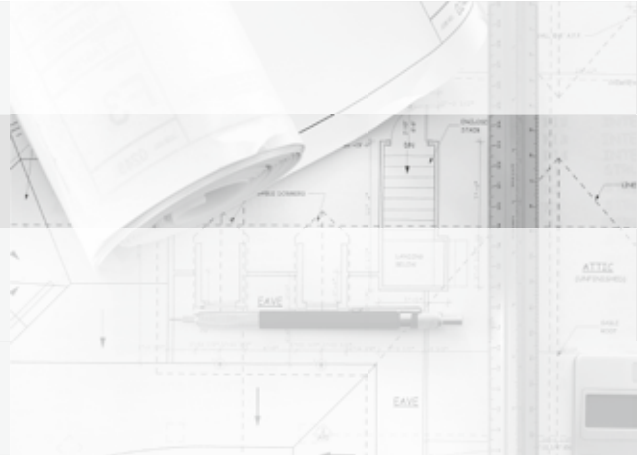
³⁾ relatif à une largeur d'élément de 600 mm et une épaisseur d'élément 80 mm

Physique du bâtiment

Bases de planification

Conception de la structure

Exécution des travaux



Schöck Isokorb® R

Les partenaires du projet et leurs tâches

L'«équipe de rénovation» est composée d'un architecte, d'un bureau d'étude en charge de la structure et d'une équipe d'exécution. La réussite du projet dépend également de la collaboration entre ces différentes équipes.

Architecte

- Coordination de la rénovation
- Recherche dossier de conception (architecture et structure)
- Inventaire avant travaux (dimension des composants)
 - dalles et murs (matériaux, épaisseur)
- Accord sur la conception du balcon avec le bureau d'étude structure
 - Type de balcon: en porte-à-faux/soutenu
 - Structure du balcon: acier/béton armé
 - Choix Schöck Isokorb® R
- Planning d'exécution et projet détaillé

Bureau d'études structure

- Inventaire avant travaux (système porteur)
 - Détermination de la structure (documents de planification, métré)
 - Détermination de la structure de matériau comme la qualité du béton, le taux d'armature, etc. (voir méthodes page 15)
- Évaluation de la résistance du système porteur existant
- Dimensionnement selon SIA 262
- Choix Schöck Isokorb® R (voir chapitre conception de la structure)
- Réalisation de calculs et de plans de construction vérifiable.

Équipe d'exécution (conduite des travaux)

- Intégration dans la réception de la construction et la conception (éventuellement)
- Fabrication des raccordements de dalle coulés
- Exécution du protocole de montage

Important: l'utilité des raccordements d'armatures ultérieurs coulés ne peut être garanti que si les barres ont été montées par un personnel formé en conséquence et sous surveillance sur le chantier (voir ETA 08/0105, section 4.4). La formation peut être effectuée sur demande auprès de la société Hilti (Suisse) SA.

Pour chaque raccordement d'armature, un protocole de montage doit être respecté: à venir. Les schémas doivent être mis à disposition sur le chantier le temps des travaux et doivent être présentés sur demande au responsable de la surveillance. Comme les bons de livraisons, ils doivent être conservés au moins 5 ans après la fin des travaux par la société. Modèle: «Protocole de montage Hilti HIT-RE 500» (voir Téléchargement et Service Hilti page 81).

Service technique Schöck

Conseils concernant les aspects structurels et constructifs, et de physique du bâtiment à propos du Schöck Isokorb® R.

Schöck Isokorb® R

Conditions cadres / Inventaire avant travaux

Conditions cadres

Le cadre pour le raccordement de balcon Schöck Isokorb® possible est fixé par le bâtiment existant. Lors de la conception avec le Schöck Isokorb® R, il est indispensable de les déterminer tous les paramètres importants et de les intégrer à la conception:

Dimensionnement de l'ouvrage	Les dimensions et le dimensionnement du bâtiment existant doivent être consignés. L'ensemble du bâti doit être examiné (inventaire du dimensionnement des composants).
Système porteur	Le système porteur doit être déterminé et évalué par le bureau d'étude auteur de la structure. Une attention toute particulière doit être portée aux dalles, aux poutres et aux murs (inventaire du système porteur).
Type de construction	Le type de construction (plancher en béton armé, nervuré, en poutres de bois, etc.) doit être pris en compte lors de l'évaluation du système porteur.
Armature dans la dalle existante	Lorsque la position, la section et la qualité des barres ne sont pas visibles, celles-ci doivent être déterminées à l'aide d'une méthode adaptée en s'appuyant sur la documentation de la construction, consignées dans les plans d'exécution pour le recouvrement d'acier et marquées sur les composants lors de la phase d'exécution (voir ci-dessous). Dès la phase de conception, il est important de s'assurer que les trous forés n'endommagent pas l'armature existante dans la dalle existante.
Résistance du béton de la dalle existante	La résistance du béton de la dalle existante est un facteur d'influence important pour le dimensionnement approprié de l'Isokorb® R (voir ci-dessous)
Contexte du projet de construction	Bâtiment (in)habité?

Méthodes d'établissement de l'inventaire

La détermination de la résistance du béton, du taux d'armature et de la position précise de l'armature est déterminante pour une conception ultérieure précise.

Détermination de la résistance du béton	<ul style="list-style-type: none">• Pull out Test, simple et précis, non destructif• Rebound Test, moins précis, non destructif• Carottage, non destructif• (méthodes chimiques)
Détermination du taux d'armature avec position	<ul style="list-style-type: none">• Découper le balcon éventuellement présent (aciers de traction et étrier visibles)• Utilisation de dispositifs de détection d'armature (scanner, détecteur)

Par exemple, la société Hilti propose des systèmes adaptés, qui donnent des résultats très précis concernant l'armature présente dans les composants en béton armé. Hilti vous communiquera, sur demande, les données de contact des sociétés spécialisées dans la détection d'armature existante.

Service clients Hilti: tél. 0844 84 84 85
(appel local)



Schöck Isokorb® R

Solution pour la rénovation Schöck / Principes de fonctionnement de l'Isokorb® R

En principe, le mode d'action de la structure doit être contrôlé par le bureau d'étude en charge de la structure de l'ouvrage et la résistance doit être déterminée selon les normes en vigueur. En règle générale, la résistance de la dalle existante est le principal facteur d'influence pour les balcons raccordés avec le Schöck Isokorb® R.

Longueur du porte-à-faux pour la rénovation d'un balcon existant

Il faut partir du fait qu'au moment de réalisation de l'ouvrage, une armature supérieure suffisante pour la longueur du porte à faux du balcon existant est placée dans la dalle existante. Cette armature existante doit être vérifiée par le bureau d'étude en charge de la structure conformément aux normes en vigueur.

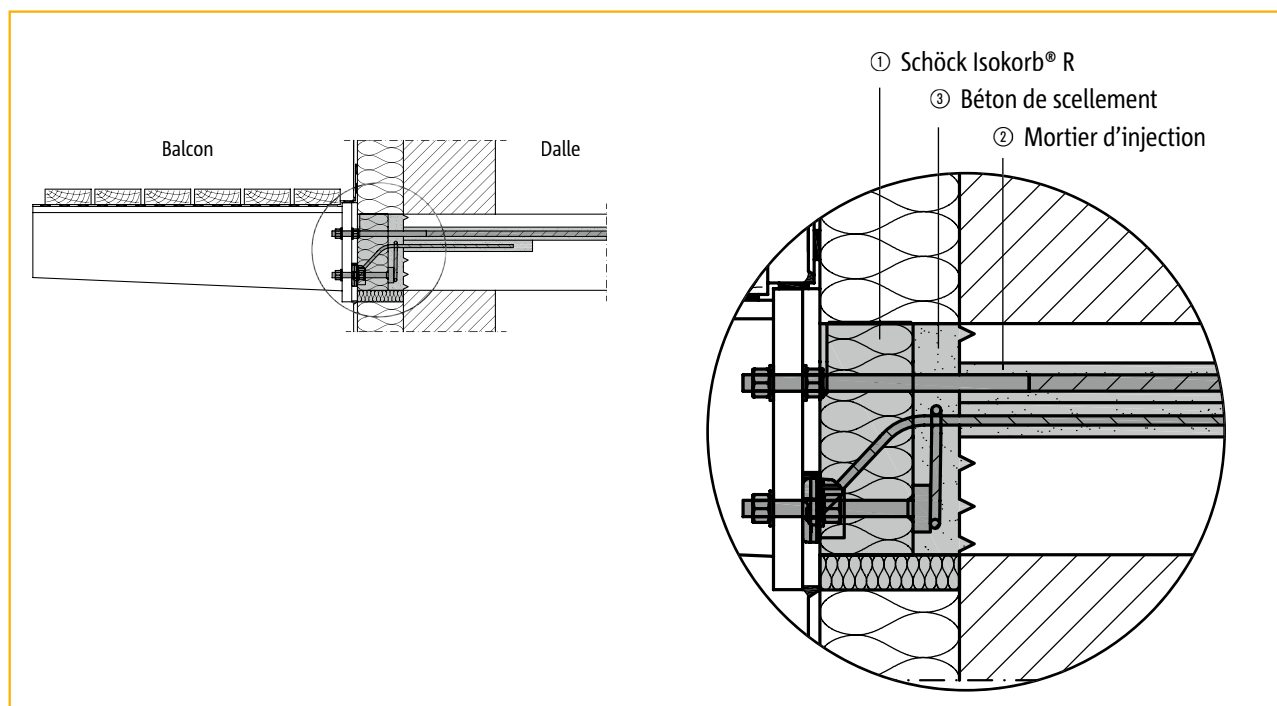
La nappe supérieure étant collée a posteriori, le Schöck Isokorb® R dispose d'un petit bras de levier (petite hauteur utile statique) comme la dalle en béton armé bétonnée d'origine. Le moment relevé est ainsi plus faible.

Portée d'un nouveau balcon monté sur une dalle existante

La portée potentielle d'un balcon fixé a posteriori s'adapte à la résistance de la dalle en béton, des poutres et des murs existants. L'armature présente doit être vérifiée conformément aux normes en vigueur.

Principes de fonctionnement de l'Isokorb® R

- ① Schöck Isokorb® R
- ② Barre collée dans la dalle existante avec du mortier d'injection Hilti HIT-RE 500 selon l'Agrément technique européen ETA-08/0105
- ③ Jointure de scellement d = 40 mm
Béton de scellement (par ex. PAGEL VERGUSS V1/50): exigences concernant le béton de scellement, voir page 81.



Principes de fonctionnement de l'Isokorb® R

Schöck Isokorb® R

Aide à la conception

Schöck Isokorb® modèle ¹⁾ pour	Structure du balcon					
	Acier			Béton armé		
	Porte-à-faux ³⁾	soutenu	suspendu	Construction en béton coulé sur place		Construction en préfabriqué
Porte-à-faux ³⁾				soutenu	soutenu	
Plancher en béton armé: Résistance du béton \geq C20/25	RKS	RQS	RQS ⁵⁾	RK	RQP RQP+RQP	RKS
Plancher en poutres de bois	KST ⁴⁾	KST	KST	–	–	–
Liaison du voile	–	KST	KST ⁶⁾	–	–	–

¹⁾ Hauteur Isokorb disponible, voir page 23

²⁾ L'évaluation des dalles existantes par un bureau d'étude est nécessaire.

³⁾ Variante de raccordement généralement possible uniquement pour la réhabilitation énergétique d'un balcon existant

⁴⁾ Pour le montage, la dalle doit être ouverte

⁵⁾ La résistance indiquée dans les tables de calcul diminue avec la force de compression supplémentaire perpendiculaire au joint

⁶⁾ Le support mural doit pouvoir résister à la force de compression supplémentaire perpendiculaire au joint exercée