

Absolut dicht – absolut sparsam

Durch dichte Gebäudehüllen und eine kontrollierte Fensterlüftung lässt sich viel Energie sparen. Warum und wie, erfahren Sie hier.

Autoren: Uwe Brühl, Frank Sandner, Fotos: Schüco International

Spätestens seitdem die Ölpreise unkalkulierbar geworden sind und klar ist, dass der weltweite Energieverbrauch zu 30 bis 40 Prozent von der Gebäudeinfrastruktur beeinflusst wird, verschärfen sich die Energieeinspargesetze weltweit. Neben der Verhinderung von Energieverlusten durch Wärmetransmission rücken dabei Wärmeverluste durch Fugen und Lüftung immer mehr in den Vordergrund. Denn diese sind, betrachtet man den heutigen Gebäudebestand, statistisch gesehen fast so hoch wie die eigentlichen Wärmeverluste durch das Fenster. Eine dichte Gebäudehülle leistet folglich einen wesentlichen Beitrag zur Einsparung von Energie in Gebäuden. Darüber hinaus spielt die Dichtheit eine zentrale Rolle bei der Vermeidung von Bauschäden.

Bei der Planung und Ausführung von dichten Gebäudehüllen sind grundlegend drei Funktionsebenen zu beachten.

Ebene 1:

Trennung von Raum- und Aussenklima

Die luftdichte Abtrennung von Raum- und Aussenklima ist grundsätzlich auf der Raumseite anzuordnen. Durch diese Ebene wird verhindert, dass Raumluft und Raumfeuchte in die Konstruktion eindringen. Das ist notwendig, weil verhindert werden muss, dass die Feuchte in der Luft als Tauwasser an den Oberflächen ausfällt, deren Temperatur unter der Taupunkttemperatur liegt. Diese Anforderung ist vor allem in Eck-

bereichen und an konstruktiven Versätzen der Dichtebene sicherzustellen. Die Trennung muss in einer Ebene erfolgen, deren Temperatur über der für das Wachstum von Schimmelpilzen kritischen Grenze liegt (Zwölf-Grad-Isotherme bei angenommener Luftfeuchtigkeit von 80 Prozent).

Ebene 2:

Funktionsebene

Die Funktionsebene übernimmt die Aufgaben des Wärme- und des Schallschutzes. Deshalb muss der Funktionsbereich trocken bleiben und vom Raumklima getrennt sein.

Ebene 3:

Wetterschutzebene

Die Wetterschutzebene besteht aus der Wind- und Regensperre. Sie verhindert weitgehend das Eindringen von Regenwasser durch Schlagregen. Eventuell eingedrungenes Regenwasser muss kontrolliert und auf direktem Wege nach aussen abgeführt werden. Ausserdem muss Feuchtigkeit aus dem Funktionsbereich entweichen können.

Fugen sorgfältig abdichten

Aus bauphysikalischer Sicht lässt sich die Notwendigkeit dichter Gebäudehüllen so erklären: Je wärmer die Luft ist, desto mehr Wasser kann sie aufnehmen. Wenn sich nun warme Luft abkühlt, fällt zwangsläufig überschüssiges Wasser in Form von Tauwasser aus. Trifft also in der kal-

ten Jahreszeit warme Innenraumluft auf ein kälteres Bauteil in der Funktionsebene einer Gebäudehülle, kühlt sich diese Luft plötzlich ab und es kommt zur Tauwasserbildung an der Bauteiloberfläche.

Durch Fenster und Türen in der Gebäudehülle werden die Dichtebenen de facto durchbrochen. Die Übergangsbereiche von Bauelement zu Bauwerk sind besonders kritisch, weil hier eine dauerhaft dichte Verbindung zwischen den Dichtebenen hergestellt werden muss. Deshalb sind die Fugen zwischen Bauwerk und Bauelement besonders sorgfältig auszuführen. Im heutigen Gebäudebestand geht ein grosser Teil der Energie durch Fugen, Fenster und falsche Lüftung verloren. Hinweise für die Planung und Ausführung von dichten Gebäudehüllen und Bauwerksfugen werden in der DIN 4108 gegeben. Des Weiteren gibt es von der RAL-Gütegemeinschaft den Leitfaden zur Montage von Fenstern, Haustüren und Fassaden, in dem wichtige Hinweise für die Ausführung von luftdichten Bauwerksfugen gegeben werden.

Kontrolliert Lüften

Durch dichte Gebäudehüllen ändern sich die Rahmenbedingungen für die Raumlüftung. Bei einer dichten Hülle findet kein Luftaustausch über Fugen statt. Aus diesem Grund muss hier gezielt gelüftet werden. Die Lüftung mit dem Fenster ist stark von den Gewohnheiten des Nutzers ab-

ÉVITER LES PONTS THERMIQUES

Totalement étanche – totalement économe

Des bâtiments étanches et une ventilation contrôlée par les fenêtres permet d'économiser beaucoup d'énergie. Voici le pourquoi et le comment.

La législation sur les économies d'énergie est de plus en plus sévère, depuis que le prix du pétrole est incalculable et qu'il est apparu que la consommation d'énergie dépendait de 30 à 40 % de l'infrastructure du bâtiment. Outre la prévention des pertes d'énergie par conduction thermique, les pertes thermiques par les joints et la ventilation sont de plus en plus fla-

grantes. A l'examen du parc immobilier actuel, ces pertes sont statistiquement aussi élevées que les pertes thermiques de rayonnement par les fenêtres. Un bâtiment étanche apporte donc une contribution importante aux économies d'énergie réalisables. De plus, une bonne étanchéité joue un rôle capital dans la prévention des dommages à la structure.

Lors de l'étude et de la réalisation de bâtiments étanches, il faut prendre en compte le principe de trois plans fonctionnels.

Plan 1 : Séparation entre l'ambiance climatique intérieure et extérieure

Cette séparation étanche entre l'intérieur et l'extérieur doit être assurée de l'intérieur. Il s'agit d'empêcher que l'air

et l'humidité ambiants ne pénètrent dans la structure. C'est nécessaire pour prévenir la condensation sur des surfaces portées à une température inférieure au point de rosée. L'exigence doit surtout être respectée dans les zones mal ventilées et en tous points de désalignement du plan d'étanchéité de la construction. La séparation doit en effet se faire dans un plan dont la



Hybride Lüftungssysteme wie hier am Capricornhaus in Düsseldorf kombinieren die Vorteile künstlicher und natürlicher Lüftung.

Les systèmes de ventilation hybrides comme ici dans le bâtiment « Capricorne » à Düsseldorf combinent les avantages de la ventilation mécanique et de la ventilation naturelle.

hängig. Wird das Fenster geöffnet, erneuert sich die Raumluft nur kurzzeitig. Nach dem Schliessen verschlechtert sich die Luftqualität wieder bis zum nächsten Lüftungsintervall. Wird das Fenster auf der Kippstellung belassen, führt das zu unnötig hohem Luftwechsel und somit zu unnötigen Energieverlusten.

Die kontrollierte Lüftung hat gegenüber der manuellen entscheidende Vorteile. Bei kontrollierter Lüftung mit mechanischen Lüftungsanlagen findet ein kontinuierlicher Grundluftwechsel statt, der vom Nutzerverhalten unabhängig ist. Die ständige Lüftung sorgt für ein konstantes Raumklima.

Eine neue Generation von Fensterbeschlägen ermöglicht eine kontrollierte und benutzerabhängige natürliche Lüftung. Das automatische Öffnen und Schliessen wird von einem mechanischen Beschlag übernommen, der von einem Gebäudeleitsystem gesteuert wird. Sensoren im Raum überwachen Temperatur, >



temperatur reste supérieure à celle du développement de moisissures (douze degrés pour une humidité supposée de 80 %).

Plan 2 : Plan fonctionnel

Ce plan assure la protection thermique et acoustique. Cette zone doit donc rester sèche et isolée.

Plan 3 : Plan de protection contre les intempéries

Ce plan est la barrière contre le vent et la pluie. Il empêche l'introduction d'eau de pluie lors de pluies battantes. Les infiltrations d'eau de pluie éven-

tuelles doivent pouvoir être contrôlées et évacuées directement vers l'extérieur. Cette zone doit aussi permettre l'évacuation de l'humidité.

Étanchéité soigneuse des joints

Du point de vue physique de la construction, la nécessité de bâtiments étanches s'explique ainsi : plus l'air est chaud, plus il absorbe d'humidité. Quand l'air chaud se refroidit, il élimine l'excès d'humidité sous forme de condensation. Si en période froide, l'air intérieur chaud entre en contact d'une pièce plus froide dans le plan fonctionnel du bâ-

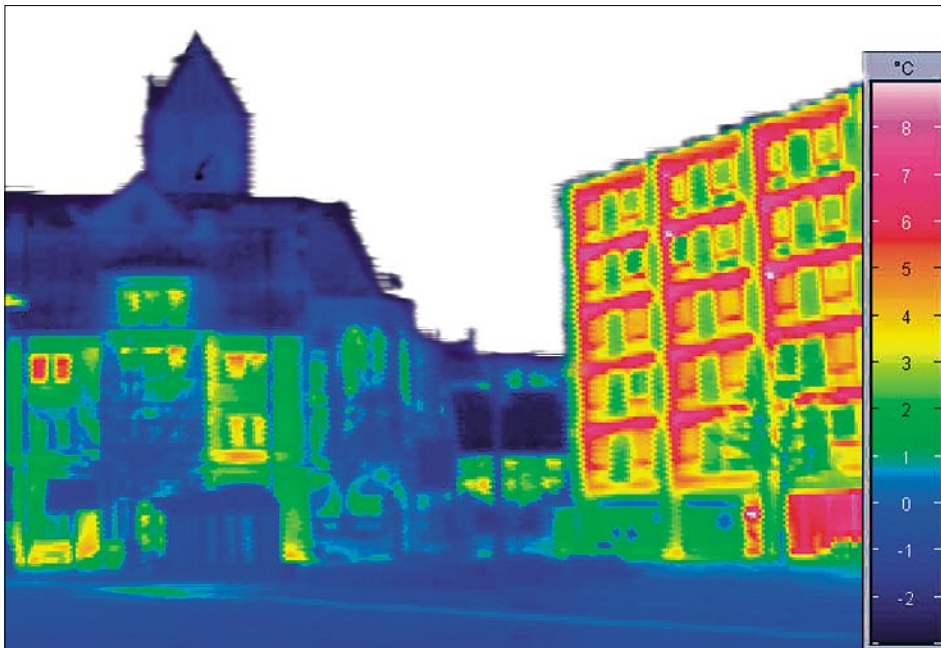
timent, cet air est brutalement refroidi et provoque une condensation à la surface de cette pièce froide.

Les plans d'étanchéité sont percés de fait par les fenêtres et les portes. Les zones de transition entre l'élément rapporté et le gros œuvre sont particulièrement critiques, car il faut y réaliser une liaison étanche durable entre les plans. Ces joints doivent donc bénéficier d'une attention toute particulière. Dans le parc immobilier actuel une grande partie de l'énergie se perd par les joints, les fenêtres et une mauvaise ventilation. La norme DIN 4108 fournit des indications pour

l'étude et la réalisation de bâtiments étanches et de joints de bâtiment. De plus, la communauté de qualité RAL propose un vade-mecum pour le montage de fenêtres, de portes et de façades, comportant des instructions pour l'exécution de joints étanches.

Ventilation contrôlée

Les bâtiments étanches modifient les conditions de ventilation des locaux. Il n'y a plus d'échange d'air par les joints. Il faut donc assurer des ventilations ciblées. L'aération par la fenêtre dépend des habitudes de l'utilisateur. Quand la fenêtre est ouverte, l'air >



Die Thermographieaufnahme zeigt deutlich den Wärmeverlustunterschied zwischen einer dichten (links) und einer undichten Gebäudehülle (rechts).

Cette image thermographique montre très clairement les différences de pertes thermiques entre une enveloppe de bâtiment étanche (à gauche) et une enveloppe non étanche (à droite).

Dichte Gebäudehüllen

Gründe für dichte Gebäudehüllen:

- Tauwasserbildung in der Konstruktion wird vermieden
- Energieverluste werden verringert
- Eintrag von Luftschadstoffen in die Raumluft wird verhindert
- kalte Fussböden im Erdgeschoss werden vermieden
- Funktion der Lüftungsanlage wird sichergestellt
- Schalldämmung wird sichergestellt
- Wärmedämmwirkung wird sichergestellt

> Luftfeuchtigkeit und CO₂-Gehalt. Die Fenster werden automatisch geöffnet, sobald definierte Grenzwerte überschritten werden. Um das Auskühlen zu vermeiden, werden die Fenster automatisch geschlossen, wenn die Raumluft ausgetauscht ist.

Anforderungen steigen

Fehler werden oft bei der konsequenten Trennung von Raum- und Aussenklima durch die luftdichte Ebene gemacht. Um Massivwände luftdicht herzustellen, müssen sie in jedem Fall innen verputzt werden. Bauelemente sind über eine Dichtbahn in den Putz einzubinden. Fenster und Türen, die mit Bauschaum eingesetzt und angeputzt werden, sind nicht luftdicht. Bei Rolllä-

den gibt es über die Gurtführung eine direkte Verbindung zwischen Raum- und Aussenklima, die durch Dichtungen unterbrochen werden muss.

Grundsätzlich sollten Durchbrüche der Dichtebenen vermieden werden. Sind sie dennoch notwendig, müssen sie wieder dauerhaft luftdicht verschlossen werden.

Mit der Novellierung der EnEV 2009 werden die energetischen Anforderungen an Gebäude um dreissig Prozent verschärft. Die Anforderung an die Dichtheit und den Mindestluftwechsel werden weiterhin nach Anlage 4 der EnEV 2009 geregelt sein. Eine Überprüfung der Dichtheit eines gesamten Gebäudes ist nach DIN EN 13829 durchzuführen. Die energetische Bewertung von Gebäuden wird in der EnEV 2009 durch die

DIN 18599 geregelt. Durch die immer bessere Wärmedämmung wird die Vermeidung von Energieverlusten durch Fugen und unkontrollierte Lüftung zum zentralen Thema. Deshalb werden zum Beispiel hybride Lüftungskonzepte an Bedeutung gewinnen. Dabei werden die Vorteile von mechanischer und natürlicher Lüftung kombiniert. Die hybride Lüftung nutzt gezielt die äusseren Bedingungen um das Raumklima zu beeinflussen. Lässt es das Aussenklima zu, wird die natürliche Lüftung genutzt. Ist dies nicht der Fall, wird auf die mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung zurückgegriffen.

Fazit: Verträglichkeit prüfen

In der Planungsphase muss ein Luftdichtig-

ÉVITER LES PONTS THERMIQUES

> ne se renouvelle qu'un bref instant. Ensuite, la qualité de l'air se dégrade progressivement jusqu'à la prochaine aération. Si la fenêtre est en position basculée, le remplacement d'air est excessif et donc les pertes thermiques inutilement élevées.

La ventilation contrôlée a d'importants avantages par rapport à l'aération manuelle. En ventilation mécanique contrôlée, le renouvellement de l'air est continu, indépendamment de l'utilisateur. La ventilation permanente assure une ambiance climatique constante.

Une nouvelle génération de ferrures de fenêtres permet une ventilation naturelle contrôlée sans intervention humaine. Ouverture et fermeture de

la fenêtre sont assurées par une ferrure mécatronique pilotée par domotique. Des capteurs disposés dans le local surveillent température, humidité et teneur en CO₂. Les fenêtres s'ouvrent dès le dépassement de valeurs limites définies. Pour éviter un refroidissement excessif, elles se referment automatiquement dès la fin de l'aération.

Des exigences qui augmentent

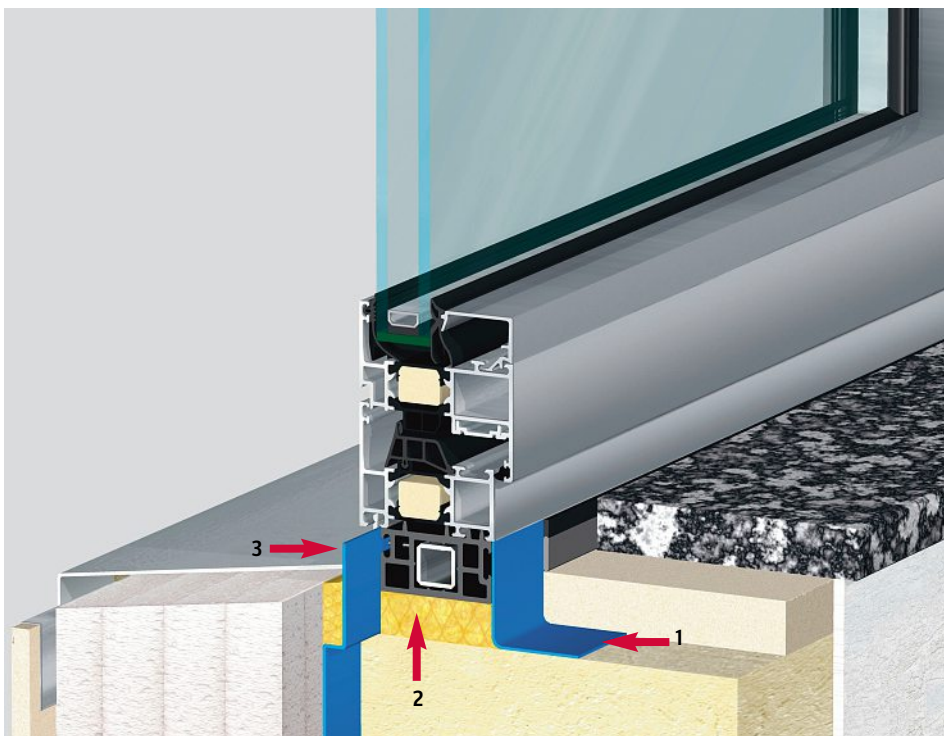
Des erreurs sont souvent commises lors de la séparation cohérente entre intérieur et extérieur dans le plan d'étanchéité. Pour que des murs soient étanches, il faut les crépir intérieurement. Les éléments rapportés doivent être intégrés dans ce crépi par

une bande étanche. Les fenêtres et portes simplement posées sur la mousse polyuréthane avec un crépi de contact ne sont pas étanches. Sur les volets roulants, les ouvertures de guidage des courroies sont un pont direct entre extérieur et intérieur qui doit être interrompu par des joints appropriés.

Il faut par principe éviter toute traversée des plans d'étanchéité. S'ils restent nécessaires, ils doivent être rendus durablement étanches. Avec la réactualisation de l'ordonnance allemande sur les économies d'énergie EnEV 2009, les exigences en matière d'économies d'énergie dans les bâtiments ont été relevées de 30%. Les exigences en matière d'étan-

chéité et de remplacement minimal du volume d'air sont toujours réglées selon l'annexe 4 de l'EnEV 2009. La vérification de l'étanchéité de l'ensemble du bâtiment s'effectue selon la norme DIN EN 13829. L'évaluation énergétique de bâtiments est réglée dans l'EnEV 2009 par la norme DIN 18599.

Cette amélioration constante de l'isolation thermique fait de la prévention des pertes d'énergie par les joints et par une ventilation non contrôlée une préoccupation centrale. Cela explique la nouvelle importance des concepts de ventilation hybrides : ils combinent les avantages de la ventilation mécanique et de la ventilation naturelle. Cela met à pro-



Für dichte Gebäudehüllen sind drei Funktionsebenen zu beachten.

La réalisation de bâtiments étanches doit respecter trois plans fonctionnels.

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Trennung von Raum- und Aussenklima | 1. Séparation entre intérieur et extérieur |
| 2. Funktionsebene | 2. Plan d'étanchéité fonctionnel |
| 3. Wetterschutzebene | 3. Plan de protection contre les intempéries |

keitskonzept für das zu errichtende Gebäude erarbeitet und während der Bauphase genau überprüft und eingehalten werden. Mangelhaft ausgeführte Dampfsperren, undichte Fugen, nicht verklebte Kabel- und Sanitärdurchbrüche müssen unbedingt vermieden werden. Des Weiteren sollte bereits in der Planungsphase die Verträglichkeit der verwendeten Materialien überprüft werden. ■



Autoren: Uwe Brühl ist verantwortlich für die Entwicklung und das Produktmanagement von Fenster-, Türen- und Schiebesystemen bei der Schüco International KG in Bielefeld.



Frank Sandner ist Entwicklungsingenieur bei der Schüco International KG in Bielefeld.

fit des conditions extérieures de manière ciblée pour agir sur l'ambiance climatique intérieure.

Si les conditions climatiques extérieures le permettent, il est fait appel à la ventilation naturelle.

Sinon, le système bascule sur la ventilation mécanique avec récupération d'énergie.

Des enveloppes de bâtiment étanches

Motifs d'étanchéisation des enveloppes de bâtiments :

- prévention des condensations d'eau dans la structure
- réduction des pertes d'énergie
- prévention de la pollution de l'air ambiant par des composés toxiques volatiles
- suppression des sols froids au rez-de-chaussée
- garantie du fonctionnement de l'installation de ventilation
- garantie de l'isolation acoustique
- garantie de l'isolation thermique

Résumé :

Vérifier la compatibilité

Lors de l'étude, il faut d'élaborer un concept d'étanchéité pour le bâtiment à réaliser, concept qui devra être contrôlé et vérifié tout au long de la construction. Les pare-vapeur mal posés, les joints non étanches, les traversées de câbles et de conduites sanitaires non collées doivent être évités. De plus, la compatibilité des matériaux utilisés doit être vérifiée dès la phase d'étude. ■