

3 / 2014

Der Experte

in Bau, Technik
& Wissenschaft



**Das Schweizer Fachmagazin in Bau, Technik
& Wissenschaft – von der Praxis für die Praxis**

www.derexperte.ch

Themen in dieser Ausgabe:

- Korrosion an Hauszuleitungen
- Die Notwendigkeit von Tropfkanten
- Thermische Spannungen im Glas
- Flexible integrierte Stromerzeugung
- Grundlagen Schwimmbadplanung
- Feinstaubfilter in Lüftungsanlagen
- Luftdichtheit bei Sandwich-Bauweise
- Feuchtebelastung bei Flächensanierungen

Luftdichtheit von Industrie- und Gewerbebauten in Sandwichbauweise

Markus Dürr

Ausgangslage und Problemstellung

Der Einsatz von Sandwichelementen, bestehend aus metallischen Deckschichten und dazwischenliegendem Dämmstoffkern, hat sich über die letzten Jahrzehnte in der Schweiz und auch im europäischen Ausland vervielfacht. Die Gründe hierfür liegen in der ausgezeichneten Kombination von raumabschliessender, wärmedämmender und tragender Funktion, die Sandwichelemente zusammen mit der Möglichkeit einer kostengünstigen und rationell verarbeitbaren Gebäudehülle zum bevorzugten Bauelement im Industrie- und Gewerbebau macht. Auch bei repräsentativen Bauwerken, bei denen die äussere Erscheinung eine zentrale Rolle spielt, werden Sandwichelemente inzwischen vermehrt eingesetzt (Bild 1).

Gestiegene energetische Anforderungen an die Gebäudehülle aufgrund der Einführung neuer Energievorschriften haben in den letzten Jahren auch bei Sandwichelementen zu einer Vergrösserung der Dämmstärke und einer Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften des Kernmaterials geführt. So sind heute bei einer Dämmstärke von 180mm auf Grundlage eines SIA-zertifizierten Bemessungswertes der Wärmeleitfähigkeit von 0.023 W/mK für den Polyisocyanurat (PIR)-Dämmstoffkern Wärmedurchgangskoeffizienten U von bis zu 0.13 [W/(m²K)] möglich. Konstruktionsbedingt entstehen bei der Sandwichbauweise verhältnismässig viele Fugen. Es ist selbstredend, dass deren negativer Einfluss auf den Wärmedurchgangskoeffizienten U berücksichtigt werden muss. Die Produktnorm SN EN 14509 [1] gibt hierzu die entsprechenden Berechnungsmethoden an.



Bild 1: Sandwichelemente werden heutzutage auch bei repräsentativen Bauwerken eingesetzt (Halle logistique CICR, Satigny)

Im Zusammenhang mit den höheren energetischen Anforderungen an die Wärmedämmung von Gebäuden, kommt der Luftdichtheit der Gebäudehülle ebenfalls eine besondere Bedeutung zu. Undichtigkeiten in der Gebäudehülle können dazu führen, dass beispielsweise schädliches Tauwasser in der Baukonstruktion anfällt oder ungewünschte Luftschadstoffe in die Raumluft eingetragen werden. Darüber hinaus ist eine luftdichte Gebäudehülle auch Voraussetzung für das zufriedenstellende Betreiben von Lüftungsanlagen sowie für die Sicherstellung von akzeptablen Schalldämmmassen, und nicht zuletzt auch für das Wohlbefinden der Gebäudenutzer, die übermäs-

sige Luftbewegungen im Gebäude als Zugluft empfinden. Das Betreiben von Sauerstoff-Reduktionsanlagen zur Brandvermeidung oder Installationen von Reinraumtechnik für spezielle Fertigungsmethoden stellen ebenfalls hohe Anforderungen an die Luftdichtheit der Gebäudehülle. Aus diesen zahlreichen Gründen wurde bereits in früheren Ausgaben der SIA 180 gefordert, dass die Gebäudehülle, welche das beheizte Gebäudevolumen umschliesst [...], grundsätzlich luftdicht sein muss. Die gerade erschienene Neuausgabe der SIA 180 [2] berücksichtigt die zunehmende Wichtigkeit der Luftdichtheit dahingehend, dass neue Grenzwerte definiert werden, die

	Grenzwert [m ³ /(h·m ²)]		Zielwert [m ³ /(h·m ²)]
	für natürliche Lüftung Q _{a50,li}	für mechanische Lüftung Q _{a50,li}	generell Q _{a50,ta}
Neubauten	2.4	1.6	0.6
Umbauten, Erneuerungen	3.6	2.4	1.2

$$Q_{a50} = q_{50}/A_{inf} \quad [\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)]$$

mit q_{50} Volumenstrom bei 50 Pa Druckdifferenz und geschlossenen Lüftungsöffnungen [m³/h]

A_{inf} Hüllfläche der Messzone für Luftdichtheit [m²]

Energie-Standard	Messung		Grenzwerte	
	obligatorisch	fakultativ	q_{50} [$\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$]	$n_{50,\text{st}}$ [h^{-1}]
Minergie-A [®] , Minergie-P [®] , (Passivhaus)	X		≤ 0.75	≤ 0.60
Minergie [®]		X	≤ 1.25	≤ 1.00

Luftwechselrate $n_{50,\text{st}}$ (standardisierter Wert)

- definiert die Anzahl der Luftwechsel zwischen Umgebung und Gebäudeinneren innerhalb einer Stunde bei 50 Pa Druckdifferenz

$$n_{50,\text{st}} = q_{50} \cdot 0.80 \quad [\text{h}^{-1}]$$

mit $0.80 \text{ [m}^{-1}\text{]}$ Formfaktor, der das zugrundeliegende Gebäude bezüglich Grösse und Form standardisiert

zwischen natürlicher und mechanischer Lüftung unterscheiden und darüber hinaus im Vergleich zu früheren Anforderungen bei höherer Druckdifferenz zu erfüllen sind. Zudem werden in der neuen Ausgabe für verschiedene Projektphasen Massnahmen und Kontrollen zur Sicherstellung der Luftdichtheit genannt.

Im Hinblick auf die Luftdichtheit von Sandwichelementen ist prinzipiell festzustellen, dass die metallischen Deckschichten der Sandwichelemente zwar absolut luftdicht sind, die Einflüsse der Fugen und Anschlussdetails an die Unterkonstruktion jedoch auch hier zwingend berücksichtigt werden müssen. Die Neuausgabe der SIA 180 verweist dazu auf die entsprechenden Bauteilnormen und deren Anforderungen an die Dichtheit der Einzelbauteile und gibt vor, dass Anforderungen und Grenzwerte in einem vorab zu definierenden Luftdichtheitskonzept zu vereinbaren sind.

Der vorliegende Artikel verdeutlicht die Besonderheiten, die bei der Sandwichelementbauweise im Zusammenhang mit der geforderten Luftdichtheit auftreten und sowie bei der Planung als auch bei der Ausführung einer Gebäudehülle aus Sandwichelementen berücksichtigt werden müssen.

2. Generelle Anforderungen an die Luftdichtheit

In der neuen Ausgabe der SIA 180 sind gegenüber der Vorgängernorm in

Bezug auf die Luftdichtheit einige Änderungen zu finden. So wird beispielsweise die Luftdurchlässigkeit nicht mehr mit einem Referenzdruck von 4 Pa, sondern neu mit 50 Pa ermittelt. Darüber hinaus werden die gemäss nachfolgender Tabelle geänderten Grenz- und Zielwerte für die Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle angegeben.

Der Kennwert zur Luftdurchlässigkeit $q_{a,50}$ definiert sich dabei als auf die Hüllfläche bezogener Volumenstrom bei Referenzbedingungen und einer Druckdifferenz von 50 Pa wie folgt (siehe Seite 99).

Diese Anforderung gilt prinzipiell für alle in der Schweiz erstellten Gebäude. Die Luftdichtheit und eine gute Raumluftqualität sind gemäss SIA 180 durch Massnahmen und Kontrollen sicherzustellen. Dazu gehören als Grundleistung beispielsweise das Erstellen eines Luftdichtheitskonzepts und die Festlegung der Anforderungen mit allen Beteiligten während der Projektierungsphase. In der Ausführungsphase sind die eingesetzten Materialien und die Ausführungsqualität während des gesamten Bauablaufs durch die Bauleitung vor Ort zu kontrollieren. Dichtheitstests und Messungen zur Bestätigung der definierten Anforderungen sind hingegen fakultativ und werden als besonders zu vereinbarende Leistung aufgeführt.

Bei höherstehenden Baustandards (z.B. Minergie-A[®], Minergie-P[®], Passivhaus) werden jedoch strengere Anfor-

derungen gestellt, die durch entsprechende obligatorische Messungen auch bestätigt werden müssen. In [3] werden dazu folgende Grenzwerte angegeben (Tabelle links).

Der hierbei verwendete Kennwert q_{50} basiert prinzipiell auf SN EN 13829 [4] und ist vergleichbar mit den zuvor erläuterten Ausführungen der SIA 180. Darüber hinaus werden zusätzlich Anforderungen an die Luftwechselrate $n_{50,\text{st}}$ gestellt. Dieser Kennwert wird wie folgt definiert und berücksichtigt, im Gegensatz zum vielfach verwendeten n_{50} -Wert (mit Volumenbezug) jedoch einen Formfaktor, der einen Flächenbezug herstellt (detailliertere Ausführungen siehe [3]):

3. Messmethoden zur Bestimmung relevanter Parameter der Luftdichtheit

3.1. Fugendichtheit von Sandwichelementen

Damit die im Abschnitt zuvor erwähnten Anforderungen an die Luftdichtheit erfüllt werden können, ist es zwingend notwendig, dass die einzelnen Bauteile der Gebäudehülle entsprechende Mindestanforderungen einhalten. Die metallischen Deckschichten von Sandwichelementen sind in dieser Hinsicht absolut luftundurchlässig. Eine besondere Bedeutung kommt damit jedoch den Fugen sowie deren Ausbildung zu. Durch entsprechende Abdichtung der Fugen ist sicherzustellen, dass die Dichtebenen über die Elementgrenzen hinaus fortgesetzt werden. Hierzu werden bei Sandwichelementen üblicherweise Fugenbänder eingesetzt, die in verschiedenen Abmessungen und Qualitäten am Markt verfügbar sind. In der Regel werden diese Dichtbänder bereits während der Produktion der Elemente eingebaut, so dass sich standardisierte und optimale Fugenausbildungen mit kontinuierlichen Qualitätseigenschaften ergeben (siehe Bild 2). Aus diversen Untersuchungen (z.B. [7]) ist bekannt, dass die Fugengeometrie sowie Typ, Abmessung und Qualität der eingesetzten Dichtbänder einen

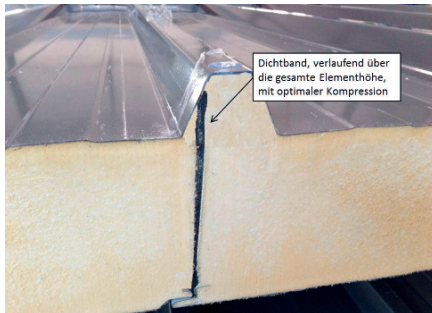


Bild 2: Abbildung einer Sandwich-Fugenausbildung mit eingebautem Dichtband

erheblichen Einfluss auf die Luftdichtheit der Sandwichfugen besitzen.

Die Anforderungen an Dichtbänder sind in DIN 18542 [5] geregelt. An dieser Stelle ist auch eine Anforderung an den Fugendurchlasskoeffizienten a definiert. Dieser Wert darf nicht größer sein als $0,1 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m} \cdot (\text{daPa})^n)$. Er gibt an, wie viele Kubikmeter Luft in einer Stunde bei einer Druckdifferenz von 10 Pa pro Meter Fugenlänge hindurchströmen. Der dabei auftretende Luftvolumenstrom kann unter Berücksichtigung des Fugendurchlasskoeffizienten a durch folgende Formel erfasst werden (siehe Kasten):

$$\dot{V} = a \cdot l \cdot \left(\frac{\Delta p}{10} \right)^n \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

mit

a	Fugendurchlasskoeffizient $[\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m} \cdot (\text{daPa})^n)]$
l	Fugenlänge $[\text{m}]$
Δp	Druckunterschied aussen – innen $[\text{Pa}]$
n	Strömungsexponent, der den Zusammenhang zwischen Strömungsgeschwindigkeit und Reibungsverluste in der Fuge berücksichtigt $[-]$



Bild 4: Sandwichelement eingebaut im Laborprüfstand

Die Prüfung der Fugendichtheit erfolgt mit dem in SN EN 12114 [6] beschriebenen Differenzdruckverfahren, welches in Bild 3 schematisch abgebildet ist.

Hierbei werden zwei Hälften eines Sandwichelementes derart in den Prüfstand eingebaut, dass sich die Anordnung der Längsfuge in etwa

mittig befindet. Bild 4 zeigt einen solchen Prüfstand mit eingebautem Sandwich-Prüfkörper.

Durch ein angeschlossenes Gebläse wird eine vorab definierte Druckdifferenz Δp zwischen der Prüfkammer und der Umgebung erzeugt, sowie der dazu notwendige Volumenstrom mittels eines Strömungsmessers ermittelt. Unter der Voraussetzung, dass ausser der Sandwichfuge keine Leckagen beim Versuchsaufbau existieren, lässt sich der gemessene Volumenstrom zweifelsfrei dem Luftdurchgang der Sandwichfuge zuordnen. Durch Messungen mit verschiedenen Druckdifferenzen und derer zugehöriger Volumenströme lässt sich eine doppeltlogarithmische Beziehung darstellen und der zugehörige Fugendurchlasskoeffizient a – bezogen auf die gemessene Länge der Sandwichfuge bestimmen. Ein beispielhaftes Ergebnisprotokoll einer Prüfung zur Luftdichtheit einer Sandwichfuge ist in Bild 5 dargestellt.

Der hierbei ermittelte und ausgewiesene Fugendurchlasskoeffizient liegt bei diesem Beispiel mit:

$0,040 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m} \cdot (\text{daPa})^n)$ deutlich unter der bereits oben erwähnten Mindestanforderung von $0,10 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m} \cdot (\text{daPa})^n)$.

3.2. Luftdichtheit der Gebäudehülle (Blower-Door-Methode)

Neben den zuvor erläuterten produktabhängigen Eigenschaften spielt die Gesamtheit der Gebäudehülle eine wesentliche Rolle im Hinblick auf die unter Abschnitt 2 beschriebenen Anforderungen zur Luftdichtheit. Zur Überprüfung, ob die in den technischen Regelwerken aufgeführten Anforderungen erfüllt sind, wird das sogenannte Blower-Door-Verfahren eingesetzt. Bei diesem auf SN EN 13829 basierenden Differenzdruckverfahren wird das Gebäude (oder ein abgetrennter Teilbereich) mittels einer oder mehrerer Gebläseeinheiten unter eine definierte Druckdifferenz gesetzt (siehe Bild 6).

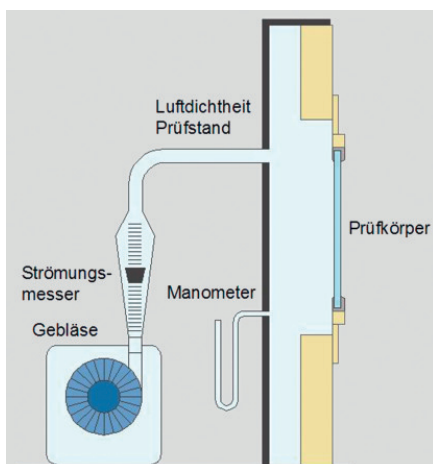


Bild 3: Prüfverfahren nach SN EN 12114 – Laborprüfung

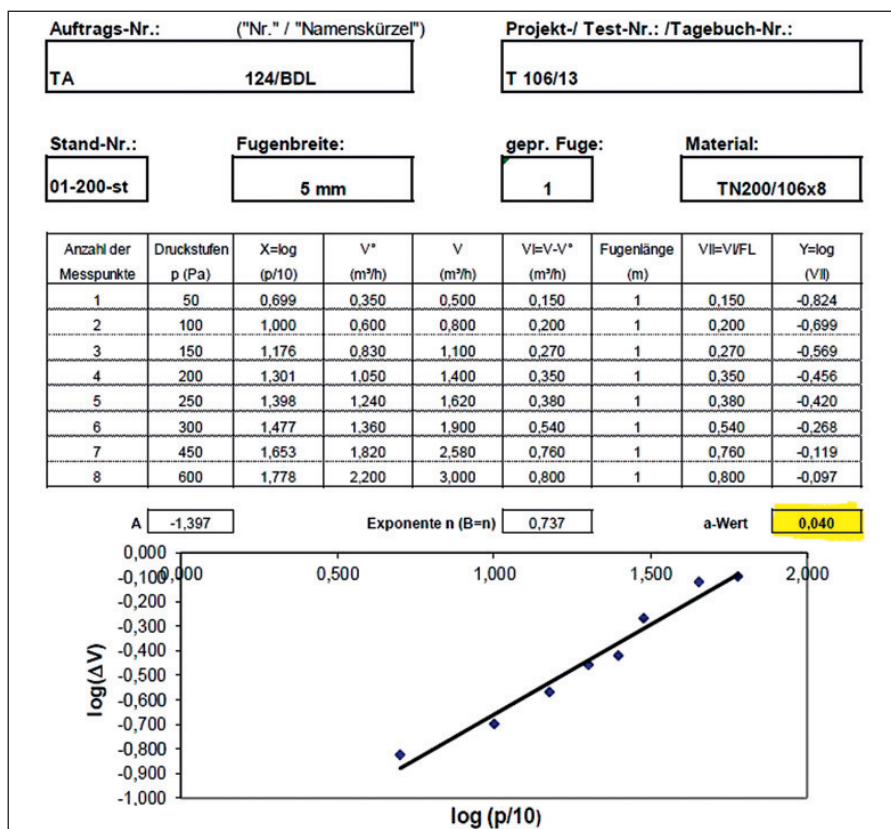


Bild 5: exemplarisches Prüfprotokoll einer Prüfung des Fugendurchlasskoeffizienten



Bild 6: Blower-Door-Gebläse, eingebaut in einer Gebäudehülle aus Sandwichelementen: blower-door-international.de

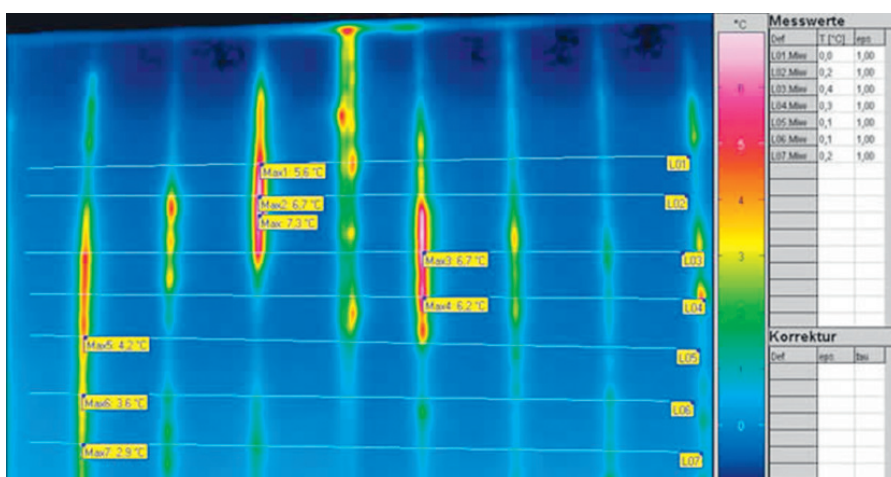


Bild 7: Thermografie-Aufnahme einer Sandwichfassade: Energieverluste aufgrund ungenügend dichter Fugenausbildung sind deutlich sichtbar: past.at

Nach der Durchführung mehrerer Messreihen liefert deren Auswertung unter Berücksichtigung des Gesamtvolumenstroms als Ergebnis den Gesamtleckagestrom der Gebäudehülle des untersuchten Bereiches. Neben eventuellen Undichtigkeiten der Bauteile können dabei auch einzelne lokale Undichtigkeiten (z.B. mangelhaft ausgeführte Anschlussdetails oder fehlende Abdichtungsmassnahmen) diesen Wert nachteilig beeinflussen. Diese in den meisten Fällen lokal vorhandenen Leckagestellen können z.B. durch Thermografieaufnahmen oder Nebelmaschinen aufgespürt werden. Bild 7 zeigt beispielsweise die Thermografieaufnahme einer Sandwichfassade mit Leckagestellen im Fugenbereich der Sandwichelemente.

Erfüllt das Ergebnis der Blower-Door-Messung die definierten Anforderungen nicht, müssen die festgestellten Leckagestellen durch geeignete Massnahmen eliminiert oder nachgebessert werden. In den meisten Fällen ist dies jedoch mit erheblichem Aufwand verbunden. Daher ist es empfehlenswert, sich bereits während der Planungsphase eines Gebäudes die entsprechenden Gedanken zur richtigen Detailausführung zu machen und geeignete Bauteile und Abdichtungsmittel einzusetzen.

4. Besonderheiten bei der bauseitigen Ausführung mit Sandwichelementen

Im Sinne einer qualitativen hochwertigen Ausführung von Gebäudehüllen mit Sandwichelementen, die neben den üblichen Eigenschaften wie Witterungsschutz, Wärmedämmung und Tragfähigkeit auch Anforderungen hinsichtlich Luftdichtheit zu erfüllen haben, sind auch bauseits wichtige Besonderheiten zu beachten, die nachfolgend aufgeführt und erläutert werden:

Wahl und Einsatz geeigneter Sandwichelemente

Ein hoher Qualitätsanspruch an die Ausführung und die Funktion der Ge-

bäudehülle kann auch nur mit qualitativ hochstehenden Produkten erfüllt werden. In dieser Hinsicht ist beispielsweise wichtig, dass die Fugengeometrie eine optimale Passgenauigkeit besitzt. Eine Ausbildung mit Nut- und Feder-Geometrie begünstigt eine luftdichte Ausführung ebenso wie die Verwendung hochwertiger Dichtbänder, die nicht nur lokal an bestimmten Punkten in der Fuge angeordnet sind, sondern im Idealfall über die gesamte Höhe der Fuge verlaufen (siehe Bild 2). Auch während längerer Lagerzeit auf der Baustelle muss durch den Hersteller der Elemente gewährleistet sein, dass die bereits im Herstellprozess aufgetragenen Dichtbänder nicht infolge der Witterungseinflüsse vom Element abfallen.

Nur sehr wenige Hersteller bieten in ihrem Sortiment von Sandwichelementen darüber hinaus speziell auf die Anforderung der Luftdichtheit optimierte Elemente an, die sich durch zusätzliche Dichtungseinlagen im Fugenbereich von den übrigen marktüblichen Elementen unterscheiden.

Richtige Planung und Ausführung von Anschluss- und Konstruktionsdetails

Bei der Überprüfung der Gebäudehülle auf deren Luftdichtheit kann die mangelhafte Ausführung von Anschluss- und Konstruktionsdetails dazu führen, dass örtliche Leckagestellen entstehen und selbst bei Verwendung qualitativ hochwertiger Bauteile die Anforderungen an die Luftdichtheit nicht erfüllt werden. Daher müssen auch die Anschlussdetails der Sandwichelemente an die Unterkonstruktionen, oder beispielsweise auch der Einbau einer Tür oder eines Fensters durch Verwendung geeigneter Dichtbänder und Abdichtungsmassen, luftdicht ausgeführt werden. Wichtig ist hierbei, dass die richtigen Dichtbandtypen an den richtigen Stellen in richtiger Lage und Ausführung angebracht sind. Darüber hinaus sind konstruktive Hinweise zu beachten: so sollen Dichtbänder prinzipiell so angeordnet werden, dass sie ausserhalb der direkten Sonneneinstrahlung lie-

gen und damit gegen schädliche UV-Strahlung geschützt sind. Weitere Informationen zur fachgerechten Ausbildung von Konstruktionsdetails sind beispielsweise [8] zu entnehmen.

Montagetechnik

Ein weiterer entscheidender Einflussparameter im Hinblick auf die Luftdichtheit ist die Kompression des in der Fuge eingesetzten Dichtbandes. Der vom Hersteller angegebene Kompressionsgrad ist zwingend durch eine fachgerechte Montage der Sandwichelemente einzuhalten. Andernfalls können die deklarierten Werte des Fugendurchlasskoeffizienten nicht erreicht werden. Der Kompressionsgrad des Fugendichtbandes kann dabei auch ohne direkten Einblick in den Querschnitt der Sandwichfuge durch Überprüfung der vom Hersteller angegebenen Breittoleranz der Schattenfuge sichergestellt werden.

Bild 8 zeigt ein negatives Beispiel einer Fugenausbildung, welche auf nicht fachgerechte Montage zurückzuführen ist. Das in der Fuge eingesetzte Dichtband hat keinerlei Kompression, sondern zeigt stattdessen einen ca. 2mm dicken Luftspalt. In diesem Fall kann nicht einmal annähernd von Luftdichtheit gesprochen werden.

Darüber hinaus sind solche mangelhaften Ausführungen verantwortlich für thermische Energieverluste, wie sie auch in der Thermografieaufnahme in Bild 7 klar ersichtlich sind. Dies verdeutlicht eingehend, wie wichtig die ausreichende Kompression des Dichtbandes in der Fuge ist. Gerade bei dicken und langen Sandwichelementen lässt sich aufgrund einer definierten Stauchhärte des Fugendichtbandes die notwendige Kompression jedoch nur durch hohen Anpressdruck erreichen. Zur Vorbeugung von Beschädigungen durch unsachgemäße Gewalteinwirkung während des Montagevorgangs ist es sinnvoll, auf die von Herstellern zur Verfügung gestellten Montagewerkzeuge zurückzugreifen (Bild 9).

Wahl geeigneter Verlegebetriebe mit geschultem Fachpersonal

Sowohl für die Auswahl geeigneter Sandwichelemente, für die richtige Detailplanung und deren Ausführung, als auch für die fachgerechten Montagevorgänge benötigt es geeignete Verleger mit geschultem Fachpersonal. Bei der Auswahl eines Verlegeunternehmens empfiehlt es sich Betriebe vorzuziehen, die Erfahrungen beim Bauen mit Sandwichelementen besitzen und hierfür auch entsprechende



Bild 8: montagebedingt mangelhafte Fugenausbildung im Sturzbereich einer Fensteröffnung. Ohne Kontakt und ohne Kompression kann das Dichtband seine Funktion nicht erfüllen.



Bild 9: Montagewerkzeug zur Erzeugung des notwendigen Anpressdrucks

5. Zusammenfassung

Sandwichelemente haben sich seit Jahrzehnten aufgrund vielfältigster Gründe als multifunktionale Bauteile für den Einsatz in Fassaden, Dächern und Decken bewährt. Mit den gestiegenen energetischen Anforderungen an die Gebäudehülle kommt auch der Luftdichtheit eine besondere Bedeutung zu. Die Neuausgabe der SIA 180 definiert hierzu Grenz- und Zielwerte als Anforderungen sowie Massnahmen und Kontrollen zur Sicherstellung der Luftdichtheit. Neben den normativen Vorgaben existieren zusätzlich noch strengere Anforderungen aus höherstehenden Baustandards (z.B. Minergie-A®). Der vorliegende Artikel verdeutlicht die Anforderungen sowie die wesentlichen Einflussparameter zur Luftdichtheit von Sandwichelementen.

Dabei werden auch die zugehörigen Testverfahren am Einzelbauteil (a-Wert-Prüfung) und auch am gesamten Gebäude (Blower-Door-Test) vorgestellt und erläutert. Neben der Fugendichtheit spielen beim Blower-Door-Test insbesondere auch fachgerecht ausgeführte Anschlussdetails eine wichtige Rolle, damit die hohen Anforderungen an die Luftdichtheit erfüllt werden können. Letztendlich sind zusätzlich zu den genannten Kriterien auch entsprechende Besonderheiten bei der bauseitigen Ausführung zu beachten. Dies betrifft neben der Wahl und dem Einsatz geeigneter Elemente auch die fachgerechte Montagetechnik durch geeignete Verlegebetriebe mit geschultem Fachpersonal.

Normen und Literatur

- 1 SN EN 14509 (SIA 232.151): Selbsttragende Sandwich-Elemente mit beidseitigen Metalldeckschichten – Werkmässig hergestellte Produkte – Spezifikationen; Stand 2006
- 2 SIA 180: Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden; Stand 2014
- 3 Messanleitung – Richtlinie für die Luftdurchlässigkeitsmessungen bei MINERGIE-A®, MINERGIE -P®- und MINERGIE®-Bauten. MINERGIE® Agentur Bau, MuttENZ. Stand 03/2011
- 4 SN EN 13829 (SIA 180.206): Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren (ISO 9972:1996, modifiziert); Stand 2001
- 5 DIN 18542: 2009-07 – Abdichten von Aussenwandfugen mit imprägnierten Fugendichtungsbändern aus Schaumkunststoff – Imprägnierte Fugendichtungsbänder – Anforderungen und Prüfung, Ausgabe 2009
- 6 SN EN 12114 (SIA 180.207) – Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Luftdurchlässigkeit von Bauteilen – Laborprüfverfahren; Stand 2000
- 7 Lange, J. und Rädle, F.: Die Fugendichtigkeit von Sandwichelementkonstruktionen – Wasser- und Luftdichtigkeit in Längsfugen und Fensteranschlussfugen, Festschrift Gerhard Hanswille, IKIB, Bergische Universität Wuppertal, S. 115 – 124, Oktober 2011
- 8 FBS Schrift 4.02: Fugendichtheit im Stahlleichtbau. November 2004

Referenzen vorweisen können. Gerade im Hinblick auf die Thematik Luftdichtheit können die zuvor aufgeführten hohen Anforderungen an Planung und Montage durch ein unerfahrenes Unternehmen in den meisten Fällen nicht erfüllt werden.

Kontakt:

Markus Dürr



Dr.-Ing., Bauingenieur,
Technischer Leiter

Montana Bausysteme AG

Durisolstrasse 11
5612 Villmergen

056 619 85 85
mduerr@montana-ag.ch
www.montana-ag.ch