



Quelle: Lignum

## FEUCHTESCHUTZ BEI FLACHDÄCHERN IN HOLZBAUWEISE

Flachdächer werden vermehrt in Holzbauweise realisiert. Eine von GEBÄUDEHÜLLE SCHWEIZ (Verband Schweizer Gebäudehüllen-Unternehmungen) eingesetzte branchenübergreifende Projektgruppe befasste sich eingehend mit der Abdichtung und dem Aufbau solcher Konstruktionen. Das Resultat der Themenbearbeitung wird in diesem Merkblatt beschrieben.

Holz – ein nachwachsender und umweltfreundlicher Baustoff – liegt seit Jahren im Trend. Energieeffizientes Bauen sowie die moderne Holzbauweise mit Elementen verstärken diesen Trend. Auch Flachdächer werden folglich vermehrt in Holzbauweise realisiert. Fehlende Sachkenntnisse bei der Planung und Ausführung solcher Flachdachkonstruktionen kann zu beachtlichen Schäden führen, wie die jüngere Baupraxis zeigt. GEBÄUDEHÜLLE SCHWEIZ hat deshalb bereits im Jahr 2005 ein Projekt gestartet das sich mit dem Thema «Feuchteschutz bei Flachdächern in Holzbauweise» befasst. Die Aufarbeitung der Thematik erfolgte im Rahmen von Arbeitsgruppen – bestehend aus Planern, industriellen Herstellern sowie Fachverbän-

den – mit dem Ziel, Planenden und Ausführenden ein Merkblatt zur Verfügung zu stellen, das als Arbeitsgrundlage dienen kann. Das Merkblatt ist durch die fachliche Kompetenz der bei seiner Erarbeitung beteiligten Verbände, Planer und Hersteller breit abgestützt. Im bestehenden Merkblatt werden primär nicht durchlüftete, gedämmte (vollgedämmte) Flachdachaufbauten diskutiert und dazu verschiedene Standardkonstruktionen (Skizzen) vorgestellt. Die gezeigten Konstruktionen berücksichtigen die Forderungen einschlägiger Normen (zum Beispiel hinsichtlich Bauphysik) und gewähren – bei fachgerechter Ausführung gemäss heutigem Stand der Technik – ein nachhaltig funktionierendes Flachdach in Holzbauweise.

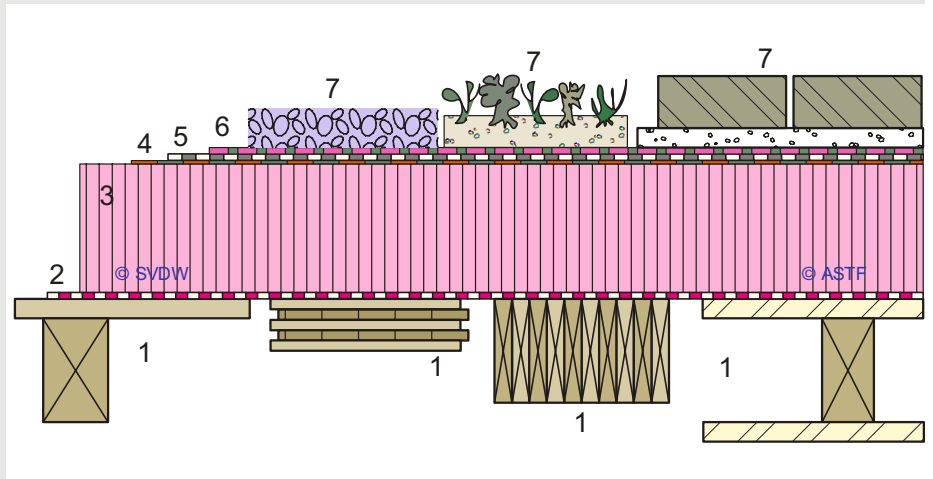
## AUFBAU I

Nicht durchlüftete Konstruktion – Wärmedämmung auf der Tragkonstruktion

Konstruktionsaufbau von innen nach aussen

1. Tragkonstruktion
2. Luftdichtung/Dampfbremse oder luftdichte Tragkonstruktion gemäss SIA-Normen 271 & 180
3. Wärmedämmschicht
4. Evtl. Gleit-/Trennschicht
5. Abdichtung im Gefälle  $\geq 1,5\%$
6. Flächige Schutzschicht
7. Schutz-, Nutzschrift gemäss SIA 271

Um das minimale geforderte Gefälle der Abdichtung von 1,5% zu erreichen ist dieses in den Schichten 1 (Tragkonstruktion) oder 3 (Wärmedämmschicht) zu planen und auszuführen.



### Beurteilung

Die Tragkonstruktion (1) liegt warmseitig der Wärmedämmschicht (3)/Luftdichtung (2) und ist somit nicht feuchtegefährdet.

Innerhalb der Wärmedämmschicht (3) befinden sich keine Holzbauteile. Wärmebrücken und das Risiko von Feuchteschäden innerhalb der Konstruktion sind nicht vorhanden.

Der Dampfdiffusionsnachweis kann normgerecht nach SIA 180 (Glaser) erfolgen.

Die Luftdichtung/Dampfbremse (2) wird vollflächig auf die Tragkonstruktion verlegt.

Die Ausführung der Luftdichtung/Dampfbremse (2) ist bei fachgerechter Planung unproblematisch.

Durchdringungen der Luftdichtung/Dampfbremse (2) mit Elektroleitungen usw. sind grundsätzlich zu vermeiden. In Ausnahmefällen sind diese vorgängig zu planen.

### Planungs- und Ausführungshinweise

Eine handwerkliche Fertigung vor Ort ist gut durchführbar.

Glattschaftige Nagelverbindungen (Befestigung Holzschalung auf Tragkonstruktion) sind nicht zulässig (Verletzungsgefahr Dampfbremse).

Anschlüsse Luftdichtung/Dampfbremse ohne besondere Anforderungen.

Vordächer mit Stickerkonstruktionen in der Wärmedämmung sind möglich.

Druckfeste Wärmedämmung, gegebenenfalls Gefälledämmung.

S. generell auch SIA 271, Abdichtungen von Hochbauten 2007.

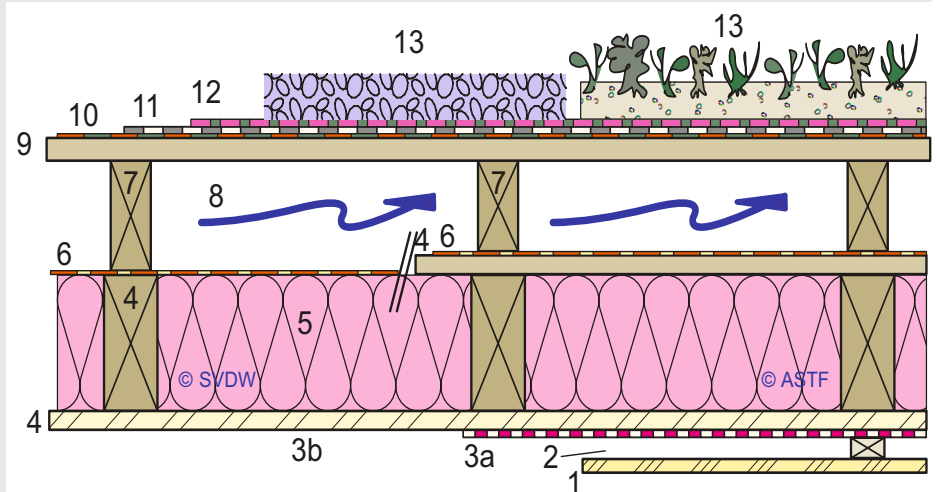
## AUFBAU II

### Durchlüftete Konstruktion

Konstruktionsaufbau von innen nach aussen

1. Evtl. Untersichtbekleidung
2. Evtl. Installationsschicht
- 3a. Luftdichtung/Dampfbremse oder
- 3b. Luftdichte Tragkonstruktion, Untersichtbekleidung
4. Tragkonstruktion
5. Wärmedämmschicht
6. Unterdach (diffusionsoffen)
7. Distanz-/Gefälleschicht (Lattung)
8. Durchlüftungs-/Dampfdruckentspannungsschicht (gemäss SIA 271)
9. Tragkonstruktion für Abdichtung
10. Evtl. Gleit-/Trennschicht
11. Abdichtung im Gefälle  $\geq 1,5\%$
12. Flächige Schutzschicht
13. Schutz-/Nutzschicht

Um das minimale geforderte Gefälle der Abdichtung von 1,5% zu erreichen ist dieses in der Schicht 4 (Tragkonstruktion) oder in der Schicht 7 (Distanz-/Gefällelattung) zu planen und auszuführen.



### Beurteilung

Die Durchlüftungs-/Dampfdruckentspannungsschicht (8) ist hinsichtlich Feuchteschutz zwingend erforderlich und bringt für den sommerlichem Wärmeschutz Vorteile.

Der Dampfdiffusionsnachweis kann normgerecht nach Glaser (SIA 180) erfolgen. Bei geeignetem Konstruktionsaufbau kann auf eine eigentliche Dampfbremse (3a) verzichtet werden. Die Luftdichtigkeit der Konstruktion (3b) inkl. An- und Abschlüsse muss sichergestellt sein.

Bei Konzeption und Ausführung der Luftdichtung (3) /Dampfbremse (3) sind vor allem die Durchdringungen sowie die An- und Abschlüsse zu beachten.

Die Konstruktion ist für Terrassen bzw. begehbare Dächer mit Türfronten, Fenstertüren o.ä. nur bedingt geeignet. (Zu-/Ab-luftöffnungen sind zu planen).

Der Einbau einer diffusionsoffenen Unterdachbahn/Sorptionsschicht ist erforderlich.

### Planungs- und Ausführungshinweise

Eine handwerkliche Fertigung vor Ort ist gut durchführbar.

Zum Schutz der Tragkonstruktion und der Dämmung vor temporär anfallendem Sekundärkondensat ist ein diffusionsoffenes Unterdach oder eine Sorptionsschicht notwendig.

Dient das Unterdach als Bauzeitabdichtung muss es den Anforderungen gemäss SIA 232 entsprechen (Unterdächer für ausserordentliche Beanspruchungen).

Dimensionierung der Durchlüftungsschicht gemäss SIA 271.

Gleit-/Trennschicht unter Abdichtung gemäss Systemhalter.

Elektroleitungen usw. sind in der Installationsschicht (2) zu führen.

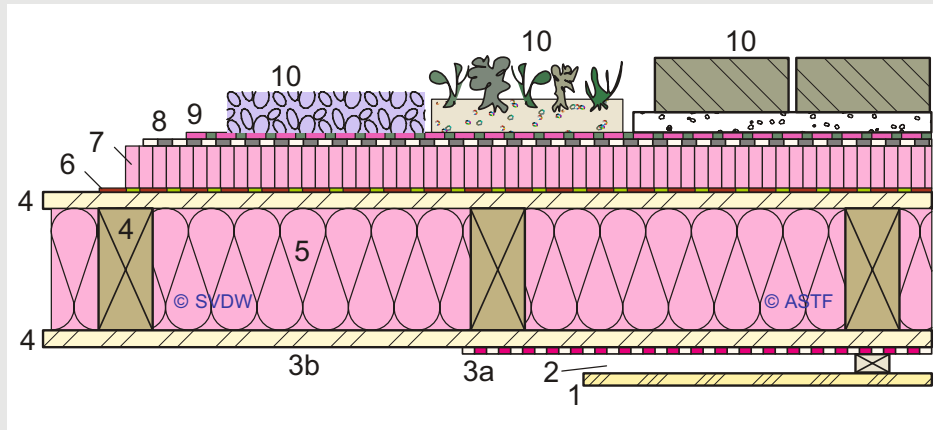
S. generell auch SIA 271, Abdichtungen von Hochbauten 2007.

## AUFBAU III

Nicht durchlüftete Konstruktion mit Wärmedämmung innerhalb der Tragkonstruktion und Zusatzdämmung

Konstruktionsaufbau von innen nach aussen

1. Evtl. Untersichtsbekleidung
2. Evtl. Installationsschicht
- 3a. Luftdichtung/Dampfbremse diffusions-offen, oder mit variablem Diffusionswiderstand
- 3b. Luftdichte Tragkonstruktion, Untersichtsbekleidung
4. Tragkonstruktion
5. Wärmedämmschicht (hohlraumfrei)
6. Bauzeitabdichtung gemäss SIA 271
7. Zusatzdämmung mind. 40 mm
8. Abdichtung im Gefälle  $\geq 1,5\%$
9. Flächige Schutzschicht
10. Schutz-/Nuttschicht gemäss SIA 271



Um das minimale geforderte Gefälle der Abdichtung von 1,5% zu erreichen ist dieses in der Schicht 4 (Tragkonstruktion) oder 7 (Zusatzdämmung) zu planen und auszuführen.

### Beurteilung

Unbelüftete Konstruktionen des Aufbaus III weisen in feuchte-technischer Hinsicht eine geringe Fehlertoleranz auf. Es sind deshalb erhöhte Planungsaufwändungen und Ausführungskontrollen wie z.B. Luftdichtigkeitsmessungen erforderlich (Blowerdoor mit Leckageortung).

Konstruktionen ohne oder mit geringem Austrocknungspotenzial, d.h. mit stark dampfbremsenden Innenschichten bzw. Dampfbremsschichten ( $s \geq 10$  m), sind nicht zulässig.

Das Glaserverfahren gemäss SIA 180 ist als Nachweisverfahren nicht zulässig. Der Nachweis der feuchte-technischen Funktionstüchtigkeit muss mit speziellen und validierten Simulationsprogrammen wie z.B. WUFI erfolgen.

Der Nachweis muss von einer entsprechend erfahrenen Fachperson erfolgen und mindestens Angaben zum Kondensationsrisiko innerhalb der Konstruktion und zu den zu erwartenden Feuchteänderungen der verschiedenen Schichten enthalten.

Bei statischem Verbund der unteren und oberen Bepflanzung (Hohlkasten, Rippendecke) sind die Auswirkungen von feuchtebedingten Verformungen zu berücksichtigen.

Die Verleimung ist auf die im Gebrauchszustand zu erwartenden Feuchtigkeiten abzustimmen (WUFI-Berechnung).

Über der Tragkonstruktion ist eine Bauzeitabdichtung (6) und eine darüberliegende Zusatzdämmung (7) erforderlich.

Installationen sind warmseitig der Luftdichtung (3a/3b) zu führen. Durchdringungen sind nicht zulässig.

### Planungs- und Ausführungshinweise

Von einer handwerklichen Baustellenfertigung ist abzusehen.

Gleit-/Trennschicht unter Abdichtung gemäss Systemhalter.

Auffeuchtungen, z.B. infolge Restfeuchteverlagerung über Aussenwände oder Trennwände in die Konstruktion, sind nicht zulässig.

Die Wärmedämmung ist hohlraumfrei auszuführen.

Bei ausschliesslicher Nagelverbindung sind bei der oberen Bepflanzung keine glattschaftigen Nägel zulässig.

S. generell auch SIA 271, Abdichtungen von Hochbauten 2007.

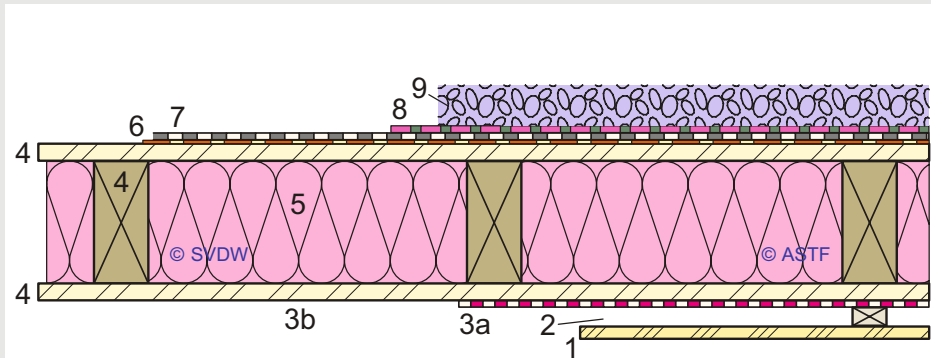
## AUFBAU IV, MIT BESCHRÄNKTEM EINSATZGEBIET

Nicht durchlüftete Konstruktion, Wärmedämmung innerhalb der Tragkonstruktion

Konstruktionsaufbau von innen nach aussen

1. Evtl. Untersichtsbekleidung
2. Evtl. Installationsschicht
- 3a. Luftdichtung/Dampfbremse, diffusions-offen, oder mit variablem Diffusionswiderstand
- 3b. Luftdichte Tragkonstruktion/ Untersichtsbekleidung
4. Tragkonstruktion
5. Wärmedämmschicht (hohlraumfrei)
6. Gleit-/Trennschicht, evtl. Bauzeitabdichtung
7. Abdichtung im Gefälle,  $\geq 1,5\%$  zwingend
8. Flächige Schutzschicht
9. Kiesschutzschicht

Um das minimale geforderte Gefälle der Abdichtung von 1,5% zu erreichen ist dieses in der Schicht 4 (Tragkonstruktion) zu planen und auszuführen.



### Beurteilung

Unbelüftete Konstruktionen des Aufbau IV weisen in feuchte-technischer Hinsicht eine geringe Fehlertoleranz auf. Der Einbau von Flachdächern gemäss Aufbau IV ohne Zusatzdämmung ist deshalb auf Gebäude mit niedriger Feuchtebelastung der Raumluft bzw. Gebäude mit trockenen Raumklimabedingungen zu beschränken. Es sind deshalb erhöhte Planungsaufwände und Ausführungskontrollen wie z.B. Luftdichtigkeitsmessungen erforderlich (Blowerdoor mit Leckageortung).

Konstruktionen ohne oder mit geringem Austrocknungspotential, d.h. mit stark dampfbremsenden Innenschichten bzw. Dampfbremsfolien ( $s \geq 10$  m) sind nicht zulässig.

Das Glaserverfahren gemäss SIA 180 ist als Nachweisverfahren nicht zulässig. Der Nachweis der feuchte-technischen Funktionstüchtigkeit muss mit speziellen und validierten Simulationsprogrammen wie z.B. WUFI erfolgen. Der Nachweis muss von einer entsprechend erfahrenen Fachperson erfolgen und mindestens Angaben zum Kondensatrisko innerhalb der Konstruktion und den zu erwartenden Holzfeuchteänderungen der verschiedenen Schichten enthalten.

Bei statischem Verbund der unteren und oberen Beplankung (Hohlkasten, Rippendecke) sind die Auswirkungen von feuchtebedingten Verformungen zu berücksichtigen.

FD 2/07 © Gebäudehülle Schweiz

Die Verleimung ist auf die im Gebrauchszustand zu erwartenden Feuchtigkeiten abzustimmen (WUFI-Berechnung).

Installationen sind warmseitig der Luftdichtung (3a) zu führen. Durchdringungen sind nicht zulässig.

### Planungs- und Ausführungshinweise

Von einer handwerklichen Baustellenfertigung ist abzusehen.

Beschattete, auch teilbeschattete Dächer (z.B. durch Bäume, Solaranlagen, nebenstehende Gebäude) sind kritisch und müssen spezifisch überprüft werden.

Gleit-/Trennschicht unter Abdichtung gemäss Systemhalter.

Auffeuchtungen über Aussenwände oder Trennwände in die Konstruktion sind nicht zulässig.

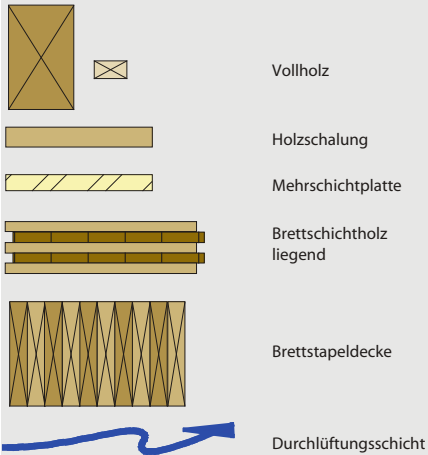
Die Wärmedämmung ist hohlraumfrei auszuführen.

Bei ausschliesslicher Nagelverbindung sind bei der oberen Beplankung keine glattschaftigen Nägel zulässig.

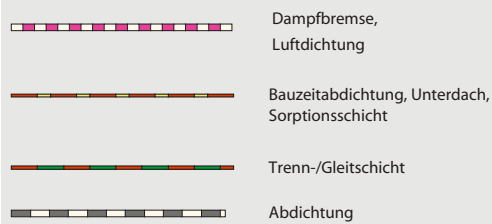
S. generell auch SIA 271, Abdichtungen von Hochbauten 2007.

## SINNBILDER UND BESCHREIBUNG

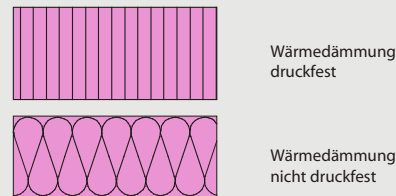
### Tragkonstruktionen



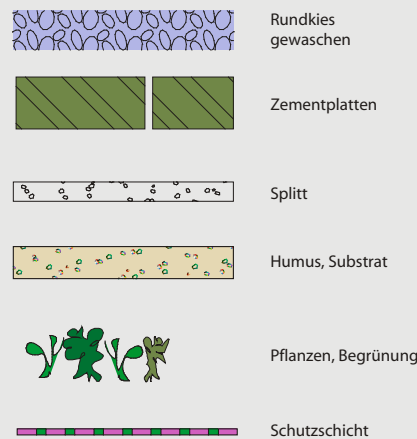
### Bahnen



### Dämmung



### Schutz-/Nutzschicht



### Fazit

Flachdächer in Holzbauweise werden in der Regel als durchlüftete Konstruktion mit der Durchlüftungsschicht unterhalb der Abdichtung (Aufbau II) oder als nicht durchlüftete Konstruktion (Aufbau I) mit der Wärmedämmung auf der Tragkonstruktion ausgebildet.

Diese beiden Flachdachtypen sind bei fachgerechter Planung und Ausführung feuchtetechnisch unproblematisch.

Aufgrund von neuen Erkenntnissen, Berechnungsmethoden und Materialien sind auch nicht durchlüftete Konstruktionen möglich, bei denen sich die Wärmedämmung zwischen der Tragkonstruktion befindet. Diese Konstruktionsaufbauten weisen feuchtetechnisch eine deutlich geringere Fehlertoleranz auf. Sie kommen vor allem dann zur Anwendung, wenn die Feuchtebelastung von innen tendenziell gering ist (z.B. bei Gewerbe- und Bürogebäuden) oder die Zu- und Abluftöffnungen konstruktiv schwierig zu bewerkstelligen sind (z.B. bei Terrassen).

Für diesen Flachdachtyp sind erhöhter Planungsaufwand und vermehrte Ausführungskontrollen sowie ein umfassender feuchtetechnischer Nachweis mit validierten Simulationsprogrammen wie z.B. WUFI erforderlich. Zur Sicherstellung der langfristigen Funktionstüchtigkeit sind in der Regel spezielle bauliche Massnahmen wie der Einbau von Zusatzdämmungen

über der Tragkonstruktion, von Dampfbremsen mit geringem oder variablem Diffusionswiderstand und von Bauzeitabdichtungen notwendig. Konstruktionen mit stark dampfbremsenden Innenschichten sind aufgrund des fehlenden Austrocknungspotentials nicht zulässig.

### Massgebende Normen

SIA 180

Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau (Bauschadenfreiheit, Behaglichkeit)

SIA 271

Abdichtung von Hochbauten 2007

SIA 265

Holzbau (zulässige Holzfeuchten)

SIA 265/1

Holzbau – Ergänzende Festlegungen (Schwind- und Quellmasse)

SIA 232

Geneigte Dächer

## BETEILIGTE HERSTELLERFIRMEN UND VERBÄNDE



[www.sarnafil.ch](http://www.sarnafil.ch)



[www.flumroc.ch](http://www.flumroc.ch)



[www.ch.bauder.net](http://www.ch.bauder.net)



[www.contec.ch](http://www.contec.ch)



[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)



[www.isofloc.ch](http://www.isofloc.ch)



[www.isover.ch](http://www.isover.ch)



[www.soprema.ch](http://www.soprema.ch)



[www.sucoflex.ch](http://www.sucoflex.ch)



[www.swisspor.com](http://www.swisspor.com)



[www.zzwancor.ch](http://www.zzwancor.ch)



[www.suissetec.ch](http://www.suissetec.ch)



[www.lignatur.ch](http://www.lignatur.ch)

**Projektleitung/Autoren**

Heinrich Schnyder, Pfäffikon SZ, Technische Kommission  
Flachdach GEBÄUDEHÜLLE SCHWEIZ;  
Hansueli Sahli, Uzwil, Leiter Technik GEBÄUDEHÜLLE SCHWEIZ.

**Projektteam/Autoren**

Daniel Schild, Biel, Berner Fachhochschule, Architektur,  
Bau und Holz;  
Daniel Schild, Zürich, Gartenmann Engineering AG;  
Peter Schürch, Sempach, diplomierter Dachdeckermeister;  
Urs Spuler, Seuzach, Präsident SIA 271/Baugutachten;  
Heinrich Thoma, Amden, Technische Kommission  
Flachdach GEBÄUDEHÜLLE SCHWEIZ;  
Markus Zumoberhaus, Meggen LU, Martinelli & Menti AG.

**Begleitgruppe**

Sika Sarnafil AG, Sarnen, Gery Wetterwald;  
Flumroc, Flums, Roger Ackermann;  
Isover, Lucens, Christian Röthenmund;  
isofloc, Bütschwil, Hubert Schubiger;  
Lignatur AG, Waldstatt, Ralph Schläpfer;  
suissetec, Zürich, Rolf Wirth;  
suissetec, Zürich, Gregor Bless.

**Grafik Detail**

Grafitext, Treiten, Peter Stoller

**Quelle Titelbild**

Lignum



**Herausgeber**

GEBÄUDEHÜLLE SCHWEIZ

Verband Schweizer Gebäudehüllen-Unternehmungen

Technische Kommission Energie

Lindenstrasse 4

9240 Uzwil

T 0041 (0)71 955 70 30

F 0041 (0)71 955 70 40

[info@gh-schweiz.ch](mailto:info@gh-schweiz.ch)

[www.gh-schweiz.ch](http://www.gh-schweiz.ch)