



# Unterdächer bei PV-Anlagen

Anforderungen und Empfehlungen

# GYSO AG

Die GYSO AG ist ein schweizerisches Familienunternehmen, das im Jahre 1957 gegründet wurde. Seit den Gründungstagen spezialisiert sich die Firma auf Kleb- und Dichtstoffe. Im Verlauf der Zeit sind Dichtbänder, Klebebänder, Folien, Schleifmittel und weitere Produktesparten dazugekommen.

Heute verfügt GYSO über eine breite und umfassende Produktpalette, ausgerichtet auf die Bereiche Kleben, Dichten, Schützen, Schleifen, Lackieren und Finish. Die Entwicklung ist immer von der Idee geleitet, hohe Qualität und praxisorientierte Lösungen anzubieten. Die langjährige Treue unserer stetig wachsenden Kundschaft aus dem Baugewerbe und dem Automobil-Bereich ist für uns Bestätigung und Motivation zugleich, täglich unser Bestes zu geben und immer die technisch besten Lösungen für unsere Kunden zu finden. So hat sich die GYSO AG aus einem 1-Mann Betrieb zu einem leistungsfähigen und modernen Unternehmen mit über 130 Mitarbeitern entwickelt.





### **Geschätzte Kunden und Geschäftspartner**

Kompetenz, Qualität und Partnerschaft sind Worte nach denen wir bei der Firma GYSO leben. Sie definieren unser tägliches Handeln und erinnern uns an die wichtigsten Ziele unseres Unternehmens: «Zufriedene Kunden und leistungsfähige, motivierte Mitarbeiter». Es mag trivial klingen, aber die Ziele gehen Hand in Hand. Leistungsfähige und motivierte Mitarbeiter sorgen für zufriedene Kunden und zufriedene Kunden erlauben es uns, die richtigen Mitarbeiter zu finden und weiter zu entwickeln. Unsere Produkte testen wir in unseren eigenen Labors stetig und stellen so sicher, dass das Material genau der hohen Güte entspricht, wie es unsere Kunden von uns erwarten dürfen.

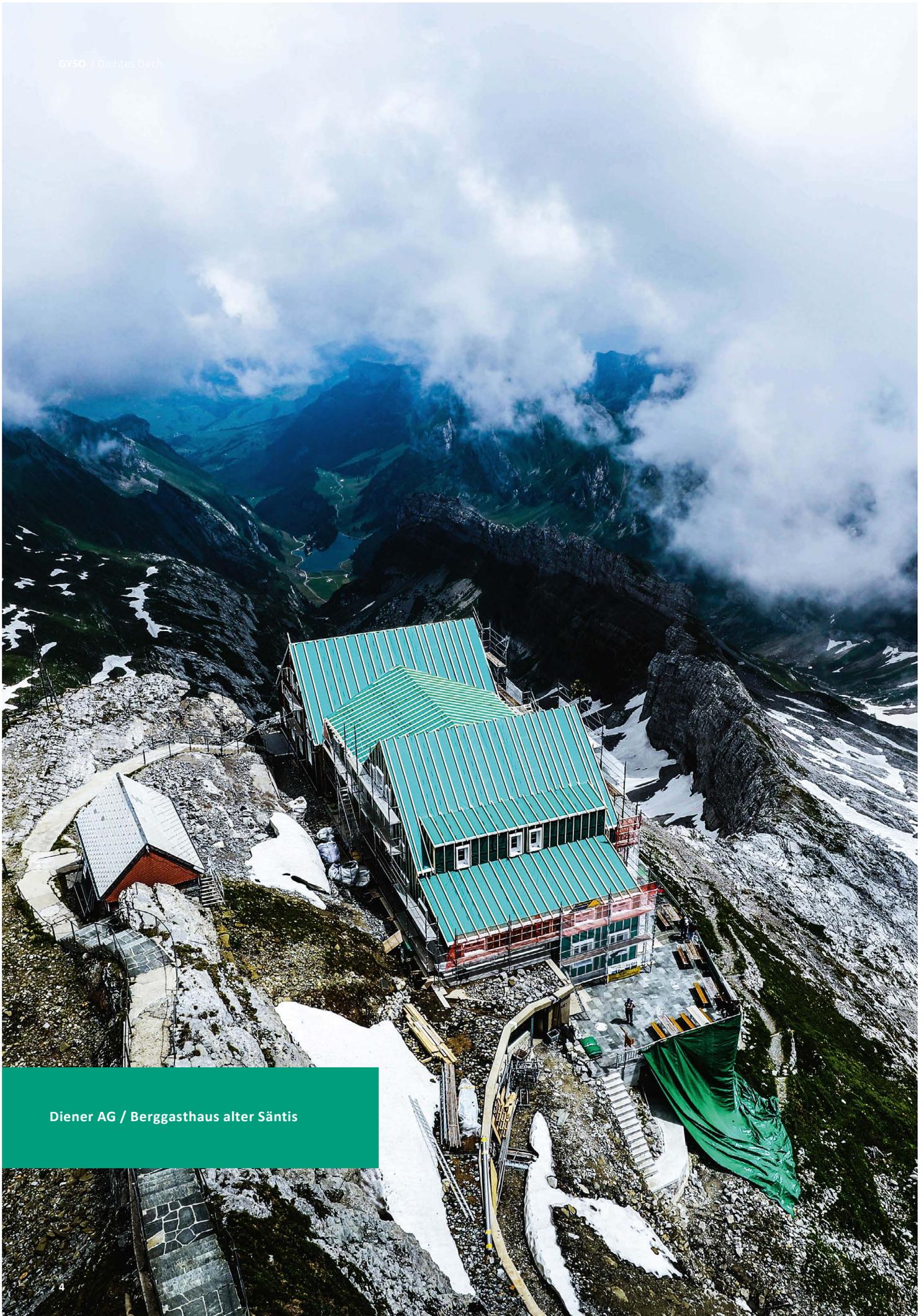
Bei anspruchsvollen Anwendungen ist aber auch das beste Material alleine keine Lösung. Da ist die richtige Beratung entscheidend. Diese Kompetenz sichern wir uns durch bestens ausgebildete und in allen Bereichen erfahrene Mitarbeiter aus der Praxis, angefangen von der Technik über den Aussendienst bis in den Innendienst. Ich bin stolz auf meine bestens qualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter! Dieses im Grunde einfache Rezept hat sich über viele Jahre bewährt. Aus Qualität und Kompetenz ist zwischen unseren Kunden und Mitarbeitern eine Partnerschaft entstanden, die nicht selten seit Jahrzehnten hält und weiter wächst.

Für Ihre langjährige Treue, Ihr Vertrauen und das gemeinsame Wachstum möchte ich mich bei Ihnen allen herzlich bedanken.

Freundliche Grüsse

**Roland Gysel**

CEO & Inhaber



Diener AG / Berggasthaus alter Säntis

# Das sich selbst- versorgende Kraftwerk

Anders als früher kommen heute hochleistungsfähige Dämmungen und effiziente Solar- und Photovoltaikanlagen beim Bau von Häusern zum Einsatz.

Dieser moderne Aufbau lässt Hauseigentümer oft mehr Energie produzieren als effektiv benötigt wird.

## Die Anforderungen an unsere Bauweise steigen stetig

Wurde in den 80-er und 90-er Jahren des letzten Jahrhunderts noch voll und ganz auf immer stärkere Dämmung gesetzt, wird das moderne Haus immer mehr zum, sich selbst mit Energie versorgenden Kraftwerk. Mit der Kombination aus hochleistungsfähigen Dämmungen und effizienten Solar- und/oder Photovoltaikanlagen auf dem Dach sowie auch in der Fassade kann oftmals mehr Energie produziert werden, als der Betrieb eines Gebäudes effektiv benötigt.

Als sogenannte «Indach-Anlagen» übernehmen moderne Solarmodule zunehmend die Funktion der Dacheindeckung. Sie lassen sich bei korrekter Planung sowohl wirtschaftlich als auch ästhetisch ansprechend und nachhaltig in ein Objekt integrieren. Bei der Planung eines Daches mit integrierter Solar- oder Photovoltaikanlage sind die gängigen Normen der SIA sowie Merkblätter der Fachverbände und Fachliteratur zu berücksichtigen.

### Merkblätter:

**Norm SIA 232/1;2011** – Geneigte Dächer

**Norm SIA 2062;2023** – Photovoltaik auf und an Gebäuden

**Gebäudehülle Schweiz** – Vergleich dachintegrierte Photovoltaik-Systeme

– Montage von Photovoltaik- und Solarthermie-Anlagen im Steildach

**VKF**

– Brandschutzmerkblatt Solaranlagen

**SWISSOLAR**

– Dachintegrierte PV-Anlagen – Leitungen im Dachbereich

## Grundsätzliches zu PV-Modulen

### Temperaturen & Wirkungsgrad

Je höher die Temperatur eines PV-Moduls, desto mehr sinkt dessen Wirkungsgrad. Überhitzung führt oftmals zu Leistungsabfall.

PV-Module liefern ihre Spitzenleistungen bei einer Zelltemperatur von + 25 °C (Frühjahr, Herbst, leicht bedeckter Himmel im Sommer). Ein Temperaturanstieg um + 25 °C reduziert den Wirkungsgrad um bis zu 10 %. Gemäss Herstellerangaben erreichen qualitativ gute PV-Module in unseren Breitengraden Temperaturen von bis zu 75 °C. Module welche regelmässig Temperaturen von über + 100 °C ausgesetzt sind, droht der Ausfall aufgrund Überhitzung und ist nicht mehr zu gebrauchen. Im Mindesten ist mit einem Leistungsabfall von 40 %, ab + 125 °C mit 50 % und mehr zu rechnen. Daher sind Unterdachbahnen mit einer Temperaturbeständigkeit von + 80 °C vollkommen ausreichend.

### Wasserdichtigkeit

PV-Module für Inndachanlagen weisen in der Regel nicht die gleiche Regendichtigkeit auf wie ein Standard-Eindeckmaterialien, zudem sind sie anfällig auf rückseitige Kondensatbildung. Je nach Wetterlage und Wetterwechsel muss daher mit Wasser im Durchlüftungsraum des Daches gerechnet werden.

Im Gegensatz zu Anbietern von Standard-Eindeckmaterialien prüfen nicht alle Systemanbieter von PV-Anlagen ihre Produkte auf Regendichtigkeit und Mindestdachneigung. Es ist daher schwer abzuschätzen, bis zu welcher Dachneigung eine PV-Anlage dicht ist. Gibt der Hersteller keine Angaben zu der Mindestdachneigung, so dient dieser Praxistipp als Entscheidungshilfe. In der Regel garantieren Anbieter heute eine Funktionsdauer von 20 oder 25 Jahren. Daher ist die Verwendung einer hochwertigen Unterdachbahn mit mindestens gleicher Lebensdauer empfehlenswert.

## Auszug Norm SIA 232/1;2011

### Unterdach

#### 2.2.7.8

Werden Solaranlagen in der Funktion als Deckmaterial verwendet, so sind aufgrund von möglichen Einwirkungen bezüglich Wärme und Feuchte auf das Unterdach geeignete Schutzmassnahmen zu projektieren.

#### 2.1.2.6

Haben Solarelemente die Funktion einer Deckung zu übernehmen, so sind deren Anforderungen zu erfüllen.

#### 4.2.5.1

Die Unterdachmaterialien müssen für den vorgesehenen Aufbau und die Ausführungsart sowohl für die Bauphase wie auch für die Nutzungsphase geeignet sowie für den vorgesehenen Einsatz ausreichend dauerhaft, alterungsbeständig und mit angrenzenden Baustoffen verträglich sein.

#### 5.2.6.2

Bei Unterdächern für erhöhte Beanspruchung sind Anschlüsse an Kamine, Dachfenster, Dunstrohre oder Ähnliches sowie Blechanschlüsse entsprechend wasserdicht auszuführen. Durchdringungen von Befestigungsmitteln sind zu dichten.

#### 5.2.6.3

Bei Unterdächern für ausserordentliche Beanspruchung sind die Anschlüsse wasserdicht auszuführen. Durchdringungen von Befestigungsmitteln sind zu vermeiden. Wenn auf solche nicht verzichtet werden kann, sind sie speziell abzudichten.

## Auszug Norm SIA 2062;2023

#### 3.4.1

Die Photovoltaik kann bei geeigneten Dachflächen als erste Dachhaut anstelle anderer Eindeckmaterialien verwendet werden. Durch die meist steile Dachneigung kann zudem ein hoher und optimaler Solarertrag erzielt werden. Dachdurchdringungen (z.B. Entlüftungsrohre, Kamine) sollten reduziert und Dachflächenfenster oder -einschnitte gestalterisch integriert gelöst werden. Zur Kühlung der PV-Module und zur Verhinderung von Feuchteschäden ist auf eine ausreichende Hinterlüftung der PV-Module zu achten.

#### 4.3.3.1

Bei integrierten PV-Anlagen übernehmen die PV-Module nebst der Stromproduktion auch die Funktion der Gebäudehülle. Entsprechend sind Unterkonstruktionen zu verwenden, welche die Anforderung an die Regendichtheit erfüllen. Folgende Punkte sind zu beachten:

- temperaturbedingte Massänderungen,
- Kondensat als Folge der nächtlichen Abkühlung,
- Regendichtheit, insbesondere bei Schlagregen,
- Rückstauwasser bei Schneeschmelze,
- ausreichende Hinterlüftung gemäss SIA 232/1 bzw. um 15 mm erhöhen, um den Anforderungen an die Deckung zu genügen, siehe auch [31]

#### 4.3.3.2

Integrierte PV-Systeme können aufgrund ihrer glatten, eher dunklen Oberfläche stärker zum Abtropfen von Kondensat neigen als herkömmliche Ziegel. Um Wasserschäden am Dach zu vermeiden, sind die Modul-Herstellerangaben und im speziellen der Aufbau des Daches (Unterdach/Entlüftung/Abdichtung) zwingend zu beachten.

#### 4.4.3.1

Die Anforderungen an den Hinterlüftungsraum sind in SIA 232/2 geregelt. Hinter PV-Modulen soll der Hinterlüftungsraum situativ projektieren werden. So ist gewährleistet, dass trotz Querschnittverminderung durch die Verkabelungen die Normanforderungen überall eingehalten sind.

#### 4.4.3.2

Die Anforderungen an die Be- und Entlüftungsöffnungen sind in SIA 232/2 definiert. Diese gelten unabhängig von der Wahl der Fassadenbekleidung, somit auch für die PV-Module.

# Auszug Norm SIA 232/1;2011

## Durchlüftung

### 2.2.9.2

#### Durchlüftung zwischen Unterdach und Deckung

Für die minimale Höhe des Durchlüftungsraumes zwischen Unterdach und Deckung (Höhe der Konterlattung) gelten die Werte der Tabelle 2, abhängig von Sparrenlänge, Dachneigung und Bezugshöhe  $h_0$  gemäss SIA 261.

**Tabelle 2**

Minimaler Durchlüftungsraum zwischen Unterdach und Deckung

Sparrenlänge	Dachneigung und Bezugshöhe $h_0$							
	< 15°		15° bis < 20°		20° bis < 25°		> 25°	
	< 800 m	> 800 m	< 800 m	> 800 m	< 800 m	> 800 m	< 800 m	> 800 m
< 5 m	45 mm	60 mm	45 mm	60 mm	45 mm	45 mm	45 mm	45 mm
5 bis < 8 m	60 mm	80 mm	60 mm	80 mm	45 mm	60 mm	45 mm	60 mm
8 bis < 15 m	80 mm	100 mm	80 mm	100 mm	60 mm	80 mm	60 mm	80 mm
> 15 m	100 mm	120 mm	100 mm	120 mm	80 mm	100 mm	60 mm	100 mm

### 2.2.9.3

#### Querschnittsverminderung der Durchlüftungsräume

Eine örtlich begrenzte Reduktion der Höhe oder Breite des Durchlüftungsraumes bei Durchdringungen, Pfetten und dergleichen ist bis maximal 50% des erforderlichen Querschnittes zulässig. Bei Unterbrechung des Durchlüftungsraumes in Strömungsrichtung, z.B. bei Lukarnen, Dachflächenfenstern und dergleichen oder an Graten und Kehlen, ist die erforderliche Belastung durch konstruktive Massnahmen, z.B. Querbelüftung, sicherzustellen.

### 2.2.9.4

#### Zu- und Abluftöffnungen

Durchlüftungsräume müssen Zu- und Abluftöffnungen aufweisen deren freier Luftaustritt mindestens der Hälfte des erforderlichen Durchlüftungsquerschnittes entspricht. Das Eindringen von Kleintieren wie Mäusen und dergleichen ist durch geeignete Massnahmen zu verhindern. Bei einem De-

ckungssystem mit Luftdurchlässigkeit in der Fläche kann dessen Durchlässigkeit bei der Anordnung und Dimensionierung der Abluftöffnungen berücksichtigt werden. Ist der Luftaustritt witterungsbedingt längerfristig nicht gewährleistet, sind geeignete Zusatzmassnahmen zu treffen, z.B. Querbelüftung, Querschnittserhöhung.

## Empfehlung GYSO AG

Um den Wirkungsgrad der PV-Module möglichst hoch zu halten sowie das Risiko von Kondensatbildung auf der Rückseite oder ein Ausfall durch Überhitzung zu minimieren, empfiehlt die GYSO AG den Querschnitt des Durchlüftungsraums inkl. Zu- und Abluftöffnungen gegenüber den Mindestanforderungen aus Tabelle 2 auf die nächste Standardabmessung zu erhöhen.

### Tabelle 2+

Empfehlung minimaler Durchlüftungsraum bei Indach-Anlagen

Sparrenlänge	Dachneigung und Bezugshöhe $h_0$							
	< 15°		15° bis < 20°		20° bis < 25°		> 25°	
	< 800 m	> 800 m	< 800 m	> 800 m	< 800 m	> 800 m	< 800 m	> 800 m
< 5 m	60 mm	80 mm	60 mm	80 mm	60 mm	60 mm	60 mm	60 mm
5 bis < 8 m	80 mm	100 mm	80 mm	100 mm	60 mm	80 mm	60 mm	80 mm
8 bis < 15 m	100 mm	120 mm	100 mm	120 mm	80 mm	100 mm	80 mm	100 mm
> 15 m	120 mm	120 mm	120 mm	120 mm	100 mm	120 mm	80 mm	120 mm

## Unterdachbahn

Grundsätzlich sind in erster Linie allfällig vorhandene Produkt- und Aufbau-Empfehlungen der PV-Modulhersteller als verbindlich zu betrachten und einzuhalten. Ist keine Empfehlung vorhanden sollte nach Möglichkeit und unter entsprechender Beratung eine Erhöhung des Durchlüftungsraumes gemäss Tabelle 2+ umgesetzt werden.

Nach den Vorgaben der Norm SIA 232/1;2011 ist für Objekte mit Bezugshöhe  $h_o > 800$  m sowie Dächer mit einer Dachneigung  $< 15^\circ$  IMMER ein Unterdach für ausserordentliche Beanspruchungen vorgegeben. Bei Indach-Anlagen empfiehlt GYSO bei allen Anlagen mit einer Dachneigung  $< 25^\circ$  ein Unterdach für ausserordentliche Beanspruchung.

Als Entscheidungshilfe zur optimalen Planung bietet GYSO einen Unterdach-Konfigurator mit dessen Hilfe sowohl die für das jeweilige Objekt geeignete Unterdachbahn als auch Lüftungsquerschnitt und Zubehör wie Nageldichtungen bestimmt werden. Zur Einfachen Bestimmung kann zudem die untenstehende Matrix beigezogen werden.

Dachneigung	Bezugshöhe	Unterdach für ausserordentliche Beanspruchung
$< 15^\circ$	$> 800$ m	<b>Top Weld 520</b>
<b>15 bis <math>&lt; 25^\circ</math></b>	$< 1200$ m $< 1000$ m*	<b>Smart Weld 350</b> <b>Easy Weld 360</b>
$> 25^\circ$	$< 800$ m	<b>TopFlex Thermo</b>

### Achtung bei Alt- und Umbauten

Bei Bauten im Bestand gibt es immer wieder Situationen, bei denen nicht Sicherheit festgestellt werden kann, ob eine Luftdichtigkeit gewährleistet oder ausreichend ist und bei denen gleichzeitig aus baulichen Gründen der Einbau einer zusätzlichen Aufsparrendämmung mit Luftdichtigkeitsschicht nicht möglich ist. In solchen wie auch in allen anderen Fällen stehen unserer Techniker jederzeit gerne beratend zur Verfügung.

\* Empfohlen bis zu einer Bezugshöhe von 1000 m



Kübler AG Holzbau / CH-8713 Uerikon

## Ihre Vorteile mit GYSO

- ▶ Als Familienunternehmen mit über 60 Jahren Praxiserfahrung pflegen wir ein gegenseitig partnerschaftliches Verhältnis zu unseren Kunden und Lieferanten.
- ▶ Wir sind mehr als eine Handelsfirma. Im Vordergrund steht eine zweckmässige Problemlösung für unsere Kunden.
- ▶ Wer Profis beraten will, muss selber Profi sein. Unsere Mitarbeiter in Verkauf und Beratung sind bestens ausgebildete Fachleute und werden regelmässig geschult.
- ▶ Wir unterstützen Sie auch vor Ort, helfen mit Rat und Tat und suchen bei Bedarf nach individuellen Lösungen.
- ▶ Unser Sortiment deckt alle Anforderungen der Praxis ab. Unsere Produkte werden laufend weiterentwickelt und sind immer auf dem neusten Stand der Technik.
- ▶ Mit Schulungen und Seminaren geben wir unser Wissen über Produkte und Verarbeitungsverfahren an Handwerker und Fachleute weiter.
- ▶ Zwei Standorte mit eigenen Läden, ein Lieferservice sowie über 40 Verkaufs-Mitarbeiter decken die ganze Schweiz ab.
- ▶ Dank moderner Logistik und effizientem Innendienst liefern wir Ihre Bestellungen innert kürzester Frist aus.



### **GYSO AG**

Steinackerstrasse 34 / CH-8302 Kloten  
Tel. +41 43 255 55 55 / [info@gyso.ch](mailto:info@gyso.ch)

### **GYSO SA**

Chemin du Cloalet 20 / CH-1023 Crissier  
Tel. +41 21 637 70 90 / [crissier@gyso.ch](mailto:crissier@gyso.ch)

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

