

Rapport final PV P+D, DIS 32991 / 72909, Avril 2001

# **Solmax**

## **Système de support en matériau recyclé pour toiture plate**

elaboré par  
**J. Bonvin, P. Affolter**  
**Solstis Sàrl**  
**Rue de Sébeillon 9B, CH 1004 Lausanne**

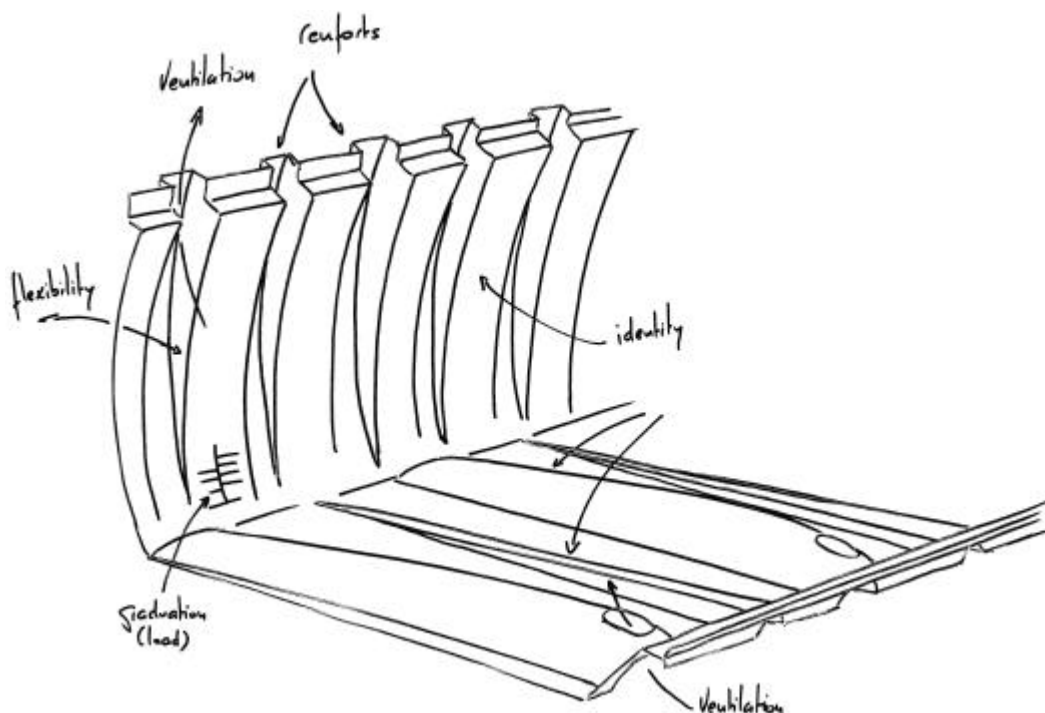




Programme pilote et démonstration P+D photovoltaïque

## Rapport final

# SOLMAX, SYSTEME DE SUPPORT EN MATERIAU RECYCLE POUR TOITURE PLATE



Préparé par

**J. Bonvin, P. Affolter**  
**Solstis S.à.r.l**  
**CH-1207 Genève**

Sur mandat de  
l'Office fédéral de l'énergie

Avril 2001

**Résumé :** Le marché du photovoltaïque est en croissance constante depuis plus de dix ans. Les capacités de production ne cessent de croître et les installations intégrées au bâtiment, soutenues par de vastes programmes nationaux, prennent une importance considérable dans le marché mondial.

C'est dans ce contexte que ce projet a permis le développement d'un nouveau système d'intégration pour toiture plate. Le système Solmax, réalisé en thermoformage de polyéthylène haute densité présente des caractéristiques nouvelles et évolutives pour la réalisation d'installations photovoltaïques de grandes tailles sur toiture plate. Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

- ◆ Sa conception en polyéthylène offre la souplesse de l'application à une large gamme de modules standards tels que des modules d'une puissance nominale de 80 Wp jusqu'aux méga-modules de 300 Wp.
- ◆ L'élément étant facilement empilable, les frais de transport sont fortement diminués.
- ◆ D'un poids très faible, il offre une très grande maniabilité sur le chantier

Dans le cadre de ce projet, une installation pilote a été réalisée sur le site international de l'EPFL, le DEMOSITE, qui a permis une vérification des performances du système.

**Abstract :** The photovoltaic industry progressed impressively in recent years. The market is constantly growing stronger. Production capacity is increasing every day. In this context, building integration will become a major market segment. Flat roofs are already and will continue to be a non negligible part of it. Thanks to the Solmax system, the cost of the mounting can be drastically compressed (between 0.3 and 0.6 Euro/Watt). Cost-effectiveness of photovoltaic systems is thus considerably improved.

Solmax represents the recent evolution of container-based mounting systems. It keeps the advantages of its predecessors and brings new interesting features:

- ◆ it is made of black recycling polyethylene and therefore extremely light
- ◆ its flexibility allows mounting modules with a length of between 115 and 150 cm with the same standard base
- ◆ modules are mounted vertically. Up to three big modules (110 - 120 W) or up to four (80-90 W) can be installed with one Solmax. This corresponds to up to 360 W
- ◆ final price offers excellent performance-cost ratio.

## **TABLE DES MATIERES**

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIPTION DU PROJET.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DÉMARCHES ENTREPRISES .....</b>	<b>4</b>
3.1	Conception et développement	
3.2	Pré-moule et moule	
3.3	Pré-série	
3.4	Réalisation de l'installation pilote du DEMOSITE	
3.5	Campagne de promotion du système	
<b>4</b>	<b>RÉSULTATS OBTENUS .....</b>	<b>8</b>
4.1	Expériences	
4.2	Installation pilote	
4.3	Evaluation du produit	
4.4	Documentation technique	
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>10</b>

## 1 INTRODUCTION

Les récents programmes nationaux de promotion de l'énergie photovoltaïque en Europe et dans le monde ont provoqué une croissance du marché qui s'est matérialisée par la réalisation d'installations de plus en plus grandes (100 kWp et plus). La course vers l'abaissement des coûts de ces systèmes de production et donc leur rentabilité économique est dès lors acharnée. Dans ce contexte, les systèmes intégrés sur des toitures plates présentent les meilleures chances d'optimisation des coûts compte tenu des facteurs suivants:

- accessibilité à la toiture
- pas de problème d'orientation
- grandes surfaces à disposition
- bâtiments administratifs dotés de gaines techniques et de locaux techniques

L'intégration de modules photovoltaïques sur toiture plate a déjà fait l'objet de plusieurs recherches soutenues par l'Office Fédérale de l'Énergie (OFEN). De ces études, plusieurs systèmes sont commercialisés avec succès en Suisse et en Europe. Le présent projet présente la réalisation et le lancement commercial d'un nouveau système d'intégration d'éléments solaires sur toitures plates à base de polyéthylène haute densité (PEHD).

## 2 DESCRIPTION DU PROJET

SolMax consiste en un support en matière plastique recyclée qui fait appel au principe du lest. Il s'agit d'un conteneur en polyéthylène haute densité qu'on charge avec du gravier ou du béton de manière à garantir sa stabilité en toiture.

Le début du développement a été initiée dans le cadre du projet de recherche « Photovoltaïque sur toits plats, une nouvelle approche » [1]. Le développement n'était toutefois de loin pas abouti et le présent projet a pour but de contribuer à son industrialisation.

Le projet comprend donc les phases suivantes :

- finalisation du développement
- mise au point du moule
- pré-série
- projet pilote

Une fois ces démarches abouties, Solmax était à même de pouvoir être lancé sur le marché.

Le but secondaire du présent projet est également de partager les expériences faites dans le cadre de cette démarche.

### 3 DÉMARCHES ENTREPRISES

#### 3.1 Conception et développement

Un des choix initiaux était de permettre la fixation de modules de grandes dimensions du genre de l'ASE 300W. Ce choix rendait également possible le montage de modules de 1m10 à 1m50 disposés debout.

Un autre choix a été d'utiliser le cadre aluminium pour rigidifier l'ensemble. SolMax est donc de par sa conception dédié aux modules à cadre. Dans ces conditions, une fixation rapide au travers du cadre grâce à des rivets pop ou des vis autoforeuses a été choisie.

La conception a également pris en compte plusieurs caractéristiques originales :

- Une jauge permettant de lire immédiatement le volume et le poids du lest contenu par le SolMax a été gravée sur le moule (fig. 1)
- Le dispositif de refroidissement des modules photovoltaï que à fait l'objet d'une attention soignée. Des orifices pour l'air frais entrant sont réalisés en usine dans la partie inférieure de l'élément et l'évacuation de l'air est facilité par des colonnes verticales au dos du bac. Ces colonnes présentent de plus la fonction de raidisseurs de l'éléments (fig. 2)
- Enfin, la marque du produit ainsi que la définition du matériau qui le compose sont clairement définies (fig. 3)

Un tel développement n'est pas trivial du fait que l'on travaille en 3 dimensions. La technique actuelle des sous-traitants de matières plastiques n'étant pas encore suffisamment élaborée, il a fallu décrire la forme souhaitée au moyen de plans, élévations et coupes. La conception finale a pris plus de temps que prévu. La mise au net des dessins a toutefois pu être achevée début 99.



Fig. 1: Solmax est doté d'une jauge indiquant la quantité de gravier contenue (indiquée en litres et en kilogrammes).

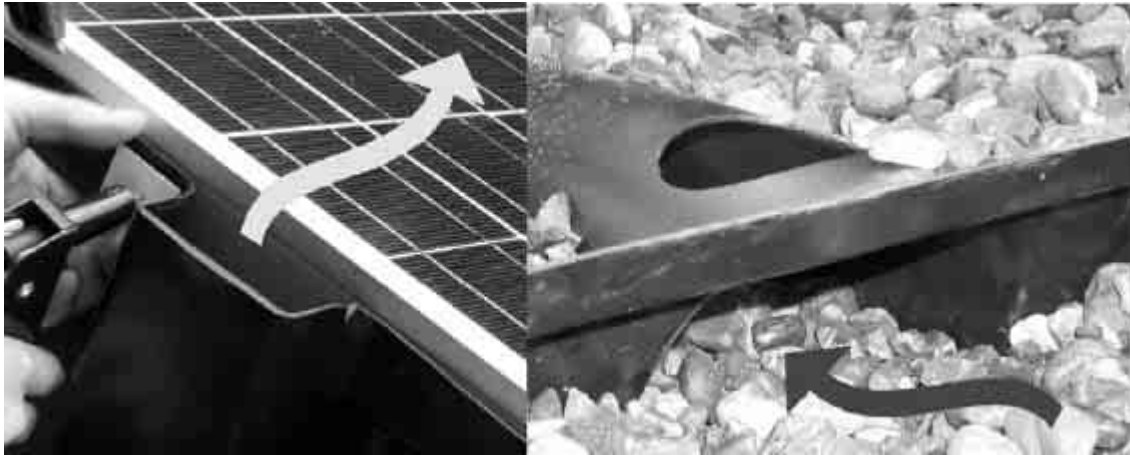


Fig. 2: Le refroidissement des modules est assuré grâce à des orifices situés en bas et en haut du socle (la flèche symbolise la circulation d'air).



Fig. 3: SolMax est réalisé par thermoformage de polyéthylène haute densité (PE-HD). Ce matériau est à la fois recyclé et recyclable. Le polyéthylène utilisé est d'un poids moléculaire assez bas ce qui lui confère une grande souplesse et une excellente tenue mécanique. Ce matériau est particulièrement résistant au rayonnement ultra-violet et aux variations de température.

### 3.2 Pré-moule et moule

Le prix de revient du moule final en aluminium est tel qu'il n'est pas raisonnable de construire tout de suite un moule en aluminium. Il s'agit donc d'abord de construire un pré-moule en bois afin de vérifier la forme. Ceci a été fait au début 1999 et trois premiers prototypes ont pu être thermoformés. Ces prototypes ont été testés et leur résistance à la pression (la neige) ainsi qu'à la traction (effet du vent) s'est avérée satisfaisante. Une modification au niveau de la partie horizontale a été faite afin de mieux rigidifier la base. On a donc refait un moule en bois avec la nouvelle forme. Quatre nouveaux prototypes de contrôle ont été produits à partir du nouveau pré-moule

en bois. La forme correspondait cette fois au cahier des charges. La forme finale en aluminium a pu donc être commandée. Ce moule est équipé des canaux nécessaires au refroidissement hydraulique effectué lors du thermoformage. Sa construction est très sophistiquée. Le fournisseur n'a toutefois pas pu honorer les délais fixés et le moule final n'a été produit qu'à la fin novembre 99.

### **3.3 Pré-série**

Un nouveau retard a été enregistré suite à un incendie ayant totalement détruit l'usine de thermoformage. Par chance, le moule en aluminium du SolMax n'avait pas encore été entreposé dans ces locaux et n'a donc pas été détruit. La première série de 80 pièces a donc été sous-traitée. L'adaptation du moule sur une machine d'un autre type n'a pas été facile. Après quelques jours d'efforts intenses, les 80 premières pièces ont finalement pu être produites début décembre 1999. Quatre de ces pièces ont été affectées à l'installation pilote.

### **3.4 Réalisation de l'installation pilote du DEMOSITE**

L'installation pilote a été montée sur le site du Centre International de Démonstration DEMOSITE à l'EPFL à Lausanne. Le but premier de cette installation est de permettre une étude critique du système constructif développé. Un autre but est de contribuer à faire connaître ce produit sur la scène internationale.

Cette installation est composée de quatre éléments SolMax supportant deux types de modules : l'ASE 300W (dimensions : 190 par 128 cm) et l'ASE 100W (dimensions : 128 par 64 cm). Cette configuration a été choisie afin de pouvoir tester les différentes caractéristiques du support, à savoir :

- Le système de fixation qui est réalisé au travers d'une pièce en « L » en acier inoxydable. Le cadre du module est riveté (ou vissé) à cette plaque, à travers le plastique. La forme en « L » de la plaque de support renforce le système en épousant la forme de l'élément SolMax au point de fixation (Fig. 4).
- La mise à terre des modules par la fixation de ces derniers avec une plaque de renfort en « L » pour deux modules. La plaque servant ainsi également de pont de mise à terre entre les deux cadres du modules.
- La rigidité de l'éléments SolMax lors de l'utilisation de modules de grande taille et d'un poids de 50 kg (deux SolMax supportent 2 modules ASE de 300 Watts de puissance nominale).
- Le temps de montage de l'installation.

La réalisation de l'installation a montré la très grande maniabilité du système, compte tenu du faible poids des éléments en polyéthylène (16 kg par pièce). Pour les modules de taille moyenne (famille des 100-120 Wp), un seul monteur suffit pour poser le module sur le bac et le fixer. Pour la pose des grands éléments (300 Wp), deux monteurs sont évidemment nécessaires.



Fig. 4: La fixation est renforcée au moyen de pièces en acier inoxydable protégeant la matière plastique. La fixation est assurée grâce à des rivets pop. La mise à terre (équipotentielle) est assurée grâce aux pièces inox du bas, qui sont un peu plus longues et placées entre deux modules.



Fig. 5: Le stand de démonstration SolMax au Demosite à Lausanne permet de vérifier la tenue mécanique de l'ensemble, de tester la durabilité et de faire connaître le produit au public cible. Les deux SolMax de la première ligne sont équipés de 6 modules ASE verre-Tedlar à cadre de 100W. Les deux SolMax de la deuxième ligne sont équipés de modules ASE verre-verre à cadre de 300W. Le stand totalise une puissance de 1200W, soit 300 W par socle.

### **3.5 Campagne de promotion du système**

La deuxième phase du projet a consisté en la promotion du système dans le milieu photovoltaïque suisse et européen. Pour ce faire, les démarches suivantes ont été entreprises :

- Réalisation de plaquettes publicitaires présentant SolMax.
- Réalisation de mode d'emploi et de manuel d'utilisation et d'application du système.
- Réalisation d'un contrat de garantie produit pour une durée de 10 ans.
- Présentation de l'élément lors du symposium photovoltaïque suisse à Zürich en 1999 et à Neuchâtel en 2000.
- Présentation de l'élément lors du symposium photovoltaïque allemand de Saffelstein en 1999 et en 2000.
- Lancement du site Internet [www.solstis.ch](http://www.solstis.ch) qui présente les différents systèmes proposés, dont l'élément SolMax.
- Réalisation d'un large mailing (plus de 600 adresses) aux entreprises et bureaux d'ingénieurs travaillant dans le photovoltaïque en Suisse et en Allemagne.
- Présentation de SolMax au concours de design de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE PVPS Task VII).
- Publication d'un article dans "Renewable Energy World" publié par James & James.
- Présentation de l'élément dans un comparatif de systèmes de fixation pour modules solaires (Photon Magazin 1999)
- Présence publicitaire soutenue dans la revue allemande « Photon Magazin », spécialisée dans l'énergie photovoltaïque.

Cette campagne de promotion a débuté en 1999 et s'est intensifiée en l'an 2000.

## **4 RÉSULTATS OBTENUS**

### **4.1 Expériences**

Le développement du SolMax est une démarche à la fois très difficile et très instructive. En effet, la tâche est ardue car le cahier des charges comprend de nombreux points à respecter. Le travail en trois dimensions sans maquette a demandé une excellente capacité de représentation spatiale. La transmission des informations aux sous-traitants fut difficile mais cruciale.

### **4.2 Installation pilote**

La réalisation de l'installation pilote sur le stand DEMOSITE de l'EPFL a permis de vérifier les performances de ce système de fixation et de bénéficier d'une première expérience et référence utile dans la phase de lancement du produit.

Après une année de fonctionnement, quelques échantillons de matériau plastique ont été envoyés au Centre International de Test et de Vieillessement Naturel des Matériaux de Bandol, dans le Var (France). Les résultats obtenus montrent que la dégradation du matériau exposé une année aux ultra-violets est négligeable.

### 4.3 Evaluation du produit

La campagne a nécessité un réel effort et les fruits en sont, outre les 300 éléments commercialisés, les réactions des premiers clients qui peuvent se synthétiser comme suit :

Le système est très apprécié car :

- il offre une très grande souplesse d'utilisation, pour pratiquement tous types de modules ;
- il nécessite un temps de montage deux à trois fois inférieur à un système conventionnel à structure en aluminium très utilisé en Allemagne ;
- il facilite le travail de manutention sur la toiture car il est léger et ne surcharge par le toit;
- son conditionnement est compact et les frais de transport en sont ainsi diminués ;
- son système de ventilation des modules est bien conçu ;
- bien que semblant moins stable lorsqu'il n'est pas encore monté, il donne entièrement confiance une fois installé.

Le système est moins apprécié car :

- il ne permet pas d'aligner les modules au millimètre lorsque le toit présente des défauts ou n'est pas totalement plat ;
- certains fabricant de modules rechignent à accepter que l'on perce les cadres sur le côté

Les points négatifs cités sont des reproches faits aux caractéristiques propres du système. Sa flexibilité permet un montage simple et rapide mais ne permet pas un montage au millimètre. Cette exigence tend cependant à diminuer compte tenu du nombre croissant d'installations construites, ceci dans un climat de forte concurrence. Le problème relatif aux trous dans les cadres doit quant à lui être pris plus au sérieux. En collaboration avec les installateurs, un système complémentaire de fixation est de fait en préparation et devrait être proposé en 2001.

Quant aux remarques positives, elles montrent que le système a un fort potentiel de pénétration pour autant qu'il soit bien présenté. SolMax ne bénéficie pas d'une confiance immédiate mais convainc les personnes qui l'ont essayé. Nous avons de ce fait mis à disposition plusieurs éléments de démonstration auprès de grands installateurs et revendeurs. Cette solution a été mise sur pied récemment et en même temps qu'une redéfinition de notre politique de vente au travers de revendeurs locaux. Cette nouvelle façon de faire étant toute fraîche, nous ne disposons pas encore de suffisamment de recul pour en dresser un bilan.

### 4.4 Documentation technique

A l'issue de cette phase de lancement, une documentation technique complète est disponible. Les documents téléchargeables depuis le site Internet sont (seulement disponibles en allemand pour le moment):

- Technische Daten : prospectus technique
- Technischer Beschrieb : caractéristiques détaillées et manuel de montage
- Contrat de garantie

## 5 CONCLUSIONS

En conclusion, les objectifs du projet ont été atteints:

- finalisation du développement
- mise en route de la fabrication (fabrication moule, pré-série)
- test complet du système par la réalisation d'une installation pilote.

Le système Solmax est maintenant disponible sur le marché depuis plus d'une année. Le prix pratiqué est concurrentiel. De plus, Solmax constitue encore un « unique selling proposal » pour certains type de modules photovoltaï ques (grands modules, longueur supérieure à 1m45).

Les premiers résultats rencontrés sont porteurs d'espoir pour l'avenir. Les échos enregistrés de la part des utilisateurs montrent clairement le potentiel de ce type de structure dans un marché devenu très compétitif. La nouvelle structure de vente mise sur pieds pour l'année 2001 promet un grand développement de cet élément dans le marché européen.

Solstis,

Lausanne, 24 avril 2001

## **REFERENCES**

[1] Photovoltaï que sur toits plats, une nouvelle approche, Rapport final, Projet OFEN 14869/54392, LESO-EPFL, Juin 1999

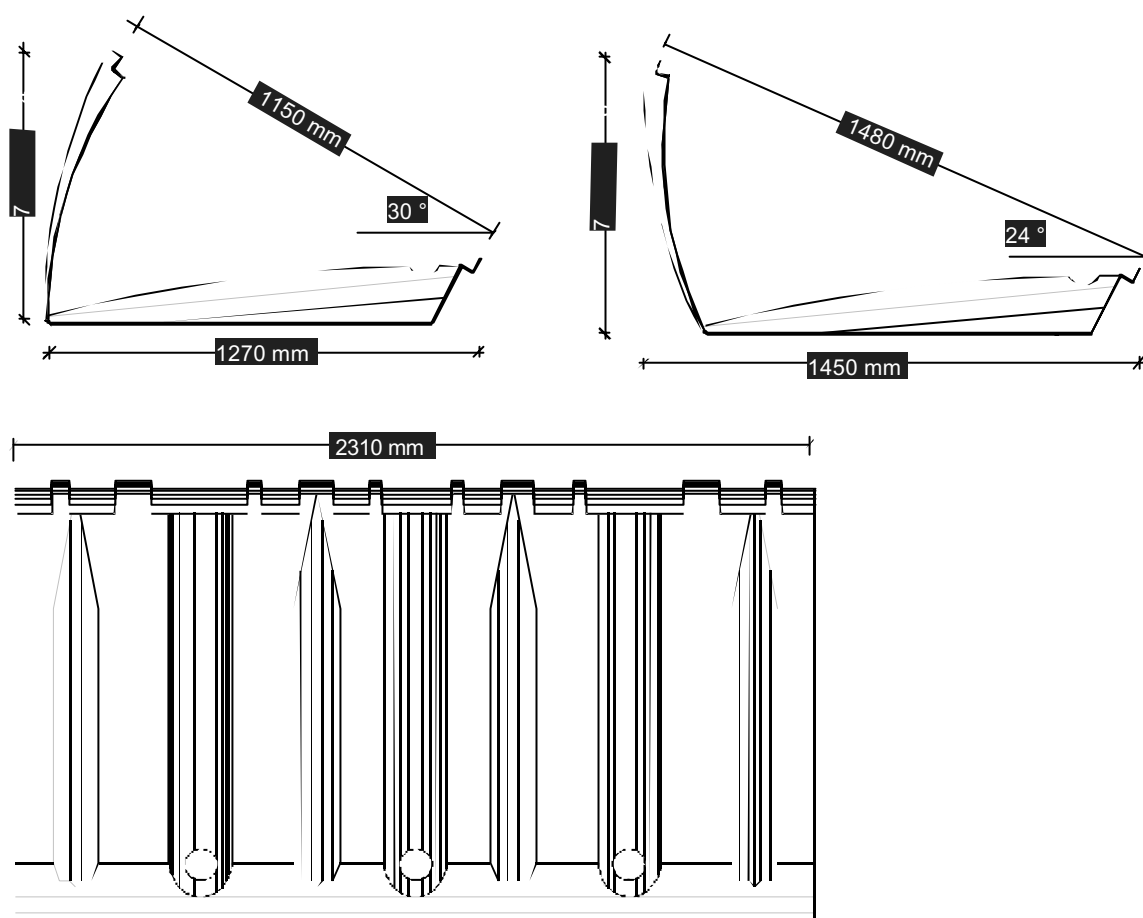
## **ANNEXES**

Documentations techniques (en allemand)

## TECHNISCHE DATEN

Material :	tiefgezogenes High Density-Polyethylen (HD-PE) teilweise rezykliert, völlig rezyklierbar alle Befestigungstücke aus Edelstahl
Leergewicht :	16,5 kg
Nutzbares Volumen :	min. 250l.
Maximale Vollgewicht :	500 kg

## ABMESSUNGEN



## MODULANORDNUNG

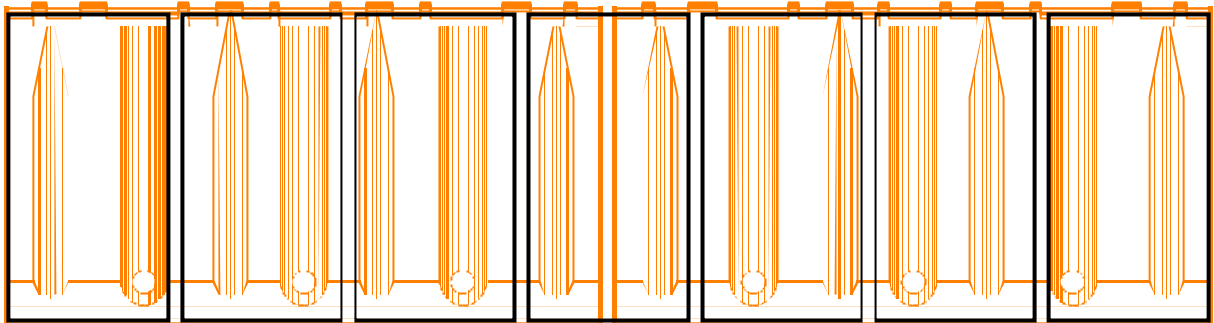
Die Biegsamkeit des SolMax erlaubt es, jegliche Module zwischen 70 und 300 W darauf zu befestigen.

<b>Modultyp</b>	<b>Empfohlene Anordnung</b> Anzahl Module je ... SolMax	<b>Leistung pro SolMax</b> [ W ]
ASE 100-GT-FT	7 je 2	350
ASE 300 DGF	1 je 1	300
BP Solar BP585	9 je 2	383
GPV 110ME	7 je 2	385
Helios H1000	4 je 1	400
Helios H900	4 je 1	360
IBC 120S	3 je 1	360
Isofoton I-106 / I-112	7 je 2	392
Isofoton I-165 / I-159	5 je 2	413
Kyocera KC120-1	7 je 2	420
Photowatt PWX1000	7 je 2	350
Shell RSM95	3 je 1	285
Siemens SM110	7 je 2	385
Solar Fabrik SF115	7 je 2	403
Solarex GSX116	7 je 2	406
Solarex MSX83	7 je 2	291
Solon 150	2 je 1	300
Solon 190	2 je 1	380

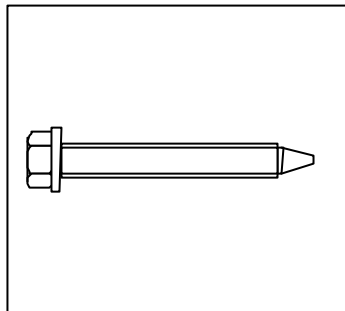
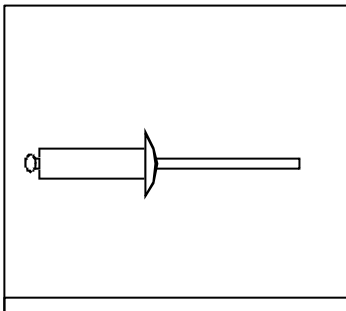
Auswahlliste. Für andere Fabrikate fordern Sie bitte unser Angebot an.

Beispiel : 7 Module sind auf 2 SolMax montiert.

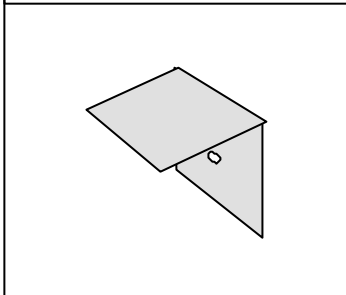




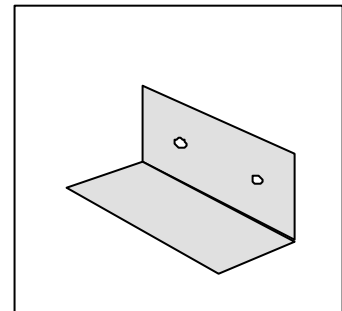
## BEFESTIGUNG



Die Module werden mittels Edelstahlpopnieten oder Schrauben fixiert. Um eine dauerhafte Befestigung zu gewährleisten wird die Nietstelle mit einem abgekanteten Edelstahlblech verstärkt.



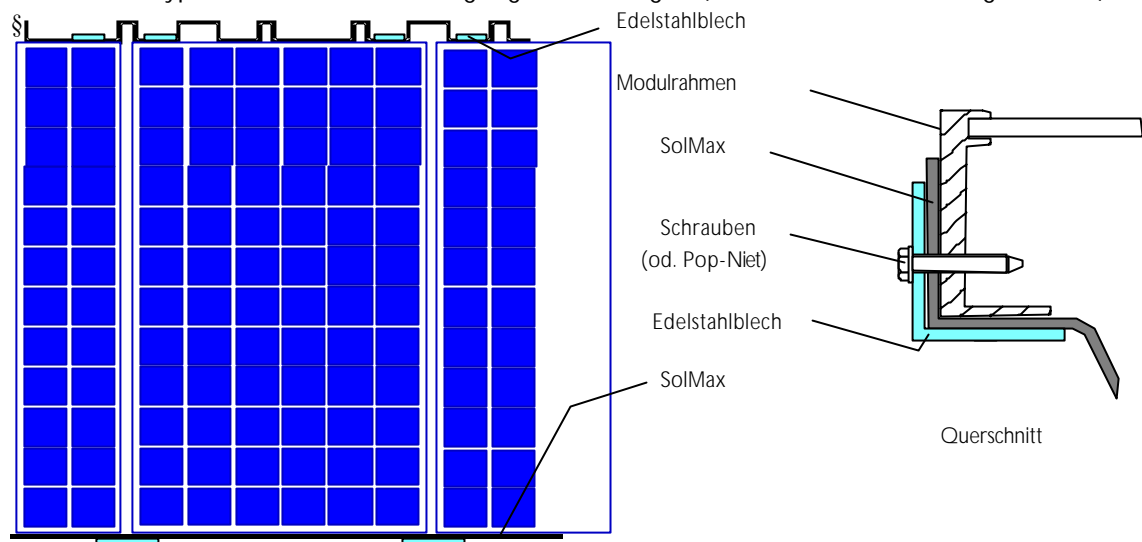
Die einlochigen Edelstahlbleche werden für die oberen Fixierung verwendet. Die zweilochigen Edelstahlbleche werden für die unteren Befestigungen verwendet. Sie erlauben die mechanische Verbindung von zwei benachbarten Modulen, was die Erdung der ganzen



Anlage wesentlich vereinfacht.



Je nach Modultyp sind besondere Befestigungsausführungen (M6/M8 Schrauben od. geklemmt) auf



Die Edelstahlbleche verbinden und erden die Module  
Anfrage verfügbar.



## **INHALT**

### **1. SYSTEMBESCHREIBUNG**

### **2. MONTAGEANWEISUNG**

#### **2.1 Dachvorbereitung**

#### **2.2 SolMax Plazierung**

#### **2.3 Befestigung der photovoltaischen Module**

### **3. SCHLUSSBEMERKUNGEN**

### **4. GARANTIE**



## SYSTEMBESCHREIBUNG

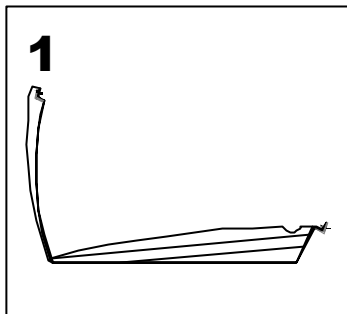
Das SolMax Aufständerungssystem aus High Density Polyethylen (HD-PE) ermöglicht eine schnelle, sichere und dauerhafte Flachdach-Integration von PV-Modulen. Die Biegsamkeit des SolMax erlaubt es, jegliche Module zwischen 70 und 300 W darauf zu befestigen. Ein SolMax-Element kann eine Anlage von mehr als 300W tragen, hat selbst aber ein geringes Eigengewicht, was die Installation erheblich vereinfacht. Die SolMax-Elemente sind für jedes Flachdach geeignet, da ihre Beschwerung mit Materialien erfolgt, die bereits auf dem Flachdach vorhanden sind (Betonplatten, Kies, . . .).

Das Befestigungssystem ist für gerahmte Module vorgesehen. Besondere Ausführungen für Laminate und Thermokollektoren können trotzdem geliefert werden (nur für grosse Anlagen).



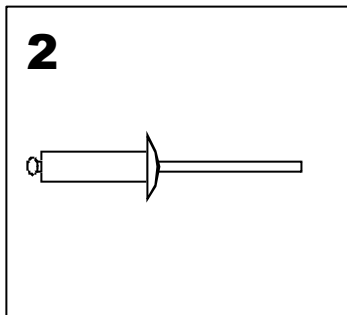
Systemkomponenten :

### A. Tragelement aus tiefgezogenem HD-PE (1)

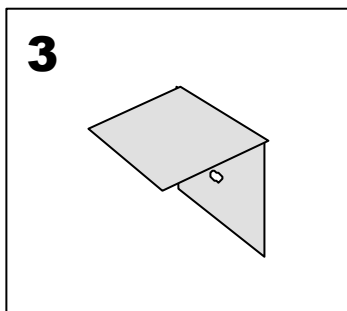


Einerseits wurde HD-PE wegen seiner Elastizität (hohe Biegsamkeit), andererseits wegen seinen vorzüglichen Alterungseigenschaften (hohe Lebensdauer) gewählt.

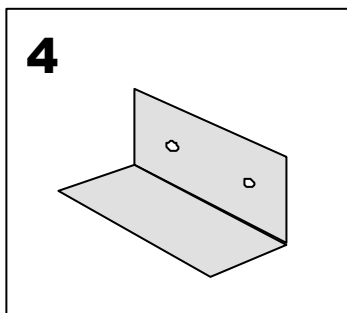
### B. Befestigungstücke



Die Module werden mittels Edelstahlpopnieten fixiert. Um eine dauerhafte Befestigung zu gewährleisten wird die Nietstelle mit einem abgekanteten Edelstahlblech verstärkt.



Die einlochigen Edelstahlbleche (3) werden für die oberen Fixierung verwendet.



Die zweilochigen Edelstahlbleche (4) werden für die unteren Befestigungen verwendet. Sie erlauben die mechanische Verbindung von zwei benachbarten Modulen, was die Erdung der ganzen Anlage wesentlich vereinfacht.



## MONTAGEANWEISUNG

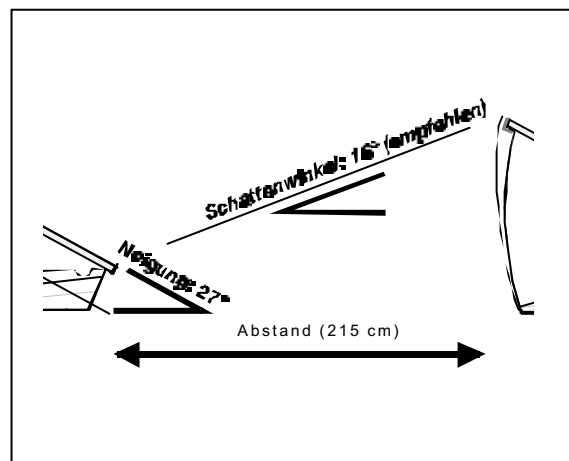
### 1.1 Dachvorbereitung



Dank seiner grossen Grundfläche kann der SolMax direkt auf die Dachhaut gestellt werden. In diesen Falle ist zu beachten, dass sich keine Steine oder ander Materialien, die die Dachhaut verletzen könnten, zwischen der Dachhaut und dem SolMax befinden.

Es wird empfohlen vor der Plazierung der SolMax-Elemente, die Dachhaut zu kontrollieren und falls nötig durch den Gebäudebesitzer reparieren zu lassen. Die Dachabdeckung (Kies, Erde, ...) ist auf einer Breite von 130 cm wegzuräumen.

Für einen akzeptablen Schattenwinkel von  $16^\circ$  sollte ein Abstand von 215 cm zwischen zwei Reihen eingehalten werden (Schattenwinkel  $\alpha = \arctan(62 / \text{Abstand [cm]})$ ).



## 1.2 SolMax Plazierung

Nach der Positionierung sind die SolMax mit Kies oder anderen Materialien zu beschweren. Die beschwerende Masse ist so zu dimensionieren, dass die PV-Anlage den auftretenden Windkräften standhält. Zusätzlich ist abzuklären, ob die bestehende Dachstruktur die Zusatzlast der PV-Anlage aushält.



Eine Skala mit Gewichtsangabe erlaubt, die eingefüllte Masse zu kontrollieren.



### 1.3 Befestigung der photovoltaischen Module

**❶** Für die Verkabelung der Module ist es empfehlenswert Stecker zu verwenden. Dies verkürzt die Montagezeit und erlaubt ein einfacheres Demontieren der Module bei Dachunterhaltungsarbeiten. Bei Verwendung von doppelisolierten Kabeln wird kein separater Elektrokanal benötigt.



**❷** Das erste Modul umgekehrt mit der Anschlussdose oben auf dem SolMax legen.

**❸** Anschlussdose verkabeln

**❹** Modul umdrehen und provisorisch mit Klebeband oder anderen Hilfsmitteln auf dem SolMax-Element befestigen.



**Technischer Beschrieb**

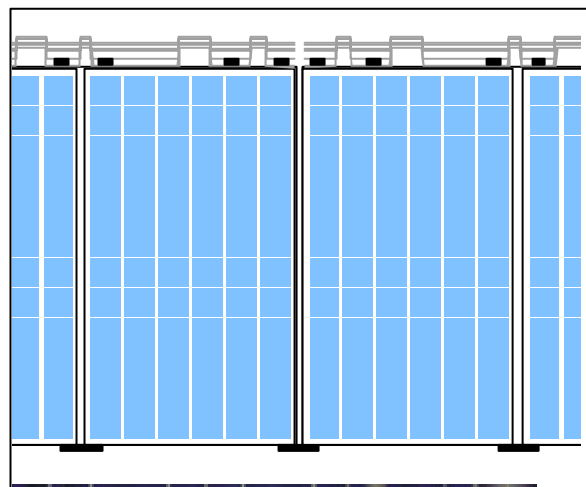


- ⑤ Für die Montage mit Bohrschrauben, siehe
- ⑥ Nietlöcher mit 3.5mm Bohrer durch Kunststoff und Modulrahmen bohren (Achtung, Anschlussdose nicht beschädigen).



- ⑥ Das Modul und das Edelstahlblech mit den Bohrschrauben fixieren oder das mit den gelieferten Edelstahlpopnieten und den Edelstahlblechen fixieren. Die einlochigen Bleche werden für die oberen Vernietungen benutzt (ca. eine Popniete alle 30 cm / 3 pro 100W Modul).

- ⑦ Für die unteren Verbindungen sind die zweilochigen Bleche und so zu plazieren, dass sie jeweils zwei benachbarten Module mechanisch und elektrisch verbinden. Für die 100W Modul-Montage sind 3 Doppellochbleche pro SolMax vorgesehen.



- ⑧ Nächstes Modul umgekehrt auf das vorhergehende legen. Mit Punkt ② weiter fahren.



## SCHLUSSBEMERKUNGEN

Wir  
hoffen,  
dass  
unser  
Produkt  
Ihre  
Bedürfnisse  
zufriedenstellt.

Falls  
Sie  
irgendwelche  
Bemerkungen  
haben,  
bitten  
wir  
Sie,  
mit  
unserem  
Verkaufsdienst  
direkt  
Kontakt  
aufzunehmen.

## GARANTIE

**Allgemeine  
Garantiebedin-  
gungen**



**SOLSTIS**

**Aufständersysteme für  
alle Modultypen  
(von 50 bis 300 W).**

**10 Jahre Garantie  
auf alle Systeme.**

Rue du Lac 10  
CH - 1207 Genf  
Tel. +41 22 786 37 00  
Fax +41 22 786 63 80  
solstis@vtx.ch



Technischer Beschrieb

**SOLMAX**