

**REPUBLIQUE FRANCAISE
DEPARTEMENTS D'OUTRE-MER**

**Projet:
CHAUFFE-EAU SOLAIRE CALPAK MARK4**

**NOTE DE CALCUL
RESISTANCE A L'ARRACHEMENT
ET A LA CORROSION
STRUCTURE METALLIQUE SUPPORT**

Auteur: Ovidiu OLARIU

BUREAU D'ETUDES CALORDYN	ENTREPRISE CICERO HELLAS CALPAK SOLAR ENERGY
-------------------------------------	---

INDICE 1 - MARS 2016

Modifications : Indice 1 : Ajout de l'énoncé complet de la demande – Mars 2016

SOMMAIRE

1GENERALITES.....	3
1.1 Enoncé de la demande.....	3
1.2 Présentation de l’ouvrage.....	3
1.3 Matériaux.....	4
2EVALUATION DES ACTIONS.....	4
2.1 Charges.....	4
2.2 CALCUL DES CHARGES DU VENT.....	5
2.3 CALCUL DES CHARGES DU SEISME.....	6
3VERIFICATIONS.....	6
3.1 VERIFICATION DES FIXATIONS.....	7
3.1.1Vérification aux efforts du vent.....	7
3.1.2Vérification aux efforts du séisme.....	7
4CONCLUSION.....	8
5PRESCRIPTIONS POUR EVITER LA CORROSION.....	8

ANNEXES

1 GENERALITES

A la demande de l'entreprise CICERO HELLAS CALPAK SOLAR ENERGY, le BET a réalisé une étude pour justifier la structure métallique support des chauffe-eau solaires de la famille CALPAK MARK4 et leur fixations par rapport aux charges massiques, de vent et sismiques. Par rapport au risque de corrosion a été analysée la compatibilité des matériaux et nous avons fait des préconisations de mise en œuvre.

Les données concernant la structure et les assemblages nous ont été indiquées par l'entreprise.

1.1 Enoncé de la demande

Il nous a été demandé de justifier les éléments suivants :

- résistance à l'arrachement :

« note de calcul réalisée selon les Eurocodes par un bureau d'études indépendant, validant la tenue des fixations vis-à-vis des charges mécaniques, climatiques et sismiques spécifiques de la zone d'installation de l'équipement. »

- corrosion :

« la compatibilité des matériaux face aux environnements extérieurs spécifiques DOM, par une étude du couple électrochimique induit par l'assemblage de ces matériaux. »

1.2 Présentation de l'ouvrage

Modèles – Famille CALPAK MARK4

MARK4 160/2.1	Ballon 156.2 l	Panneau	2.1 m ²
MARK4 200/2.6	Ballon 195.8 l	Panneau	2.6 m ²
MARK4 300/3.0	Ballon 291.5 l	Panneau	3.0 m ²
MARK4 300/4.2	Ballon 291.5 l	Panneaux	2 x 2.1 = 4.2 m ²

Ossature

Eléments longitudinaux : C 60 x 35 x 2.

Liaison sous ballon: C 70 x 25 x 2

Support panneaux solaires: L 30 x 30 x 2

Assemblages

Boulons	M 8 - classe 4.6 minimum
Fixations sur support	Vis WSF Solar Fastener Type A

1.3 Matériaux

Ossature :	Profils à froid en acier galvanisé Z450 minimum.
Boulons	Galvanisé à chaud
Vis	Tête inox

2 EVALUATION DES ACTIONS

2.1 Charges

Les charges prises en compte sont :

- Charges massiques dues au poids propre des éléments
 - Poids ballon plein 214kg / 267 kg / 406 kg / 406 kg
 - Poids capteur 35 kg / 44 kg / 53 kg / 70 kg
 - Poids structure 31 kg / 33 kg / 32 kg / 32 kg
- Vent (NF-EN 1991-1-4)
 - Zone DOM - Guadeloupe $V_{b,0}=36.0$ m/s $Q_{b,0}= 0.79$ kPa
 - Bâtiment Durée de vie 50 ans
 - Site 0 - Zone côtière $p_{max} = 1.99$ kPa
- Séisme (NF-EN 1998-1 - EC8)
 - Zone Z5 (forte) Catégorie d'importance II (bâtiment courant)
 - $a_{gr} = 3.00$ m/s² Classe de sol Enveloppe $a_{gv} = 2.40$
 - Coefficient de comportement $q_s = 1.50$
 - Coefficient d'importance $\gamma_2 = 1.0$ (catégorie II)

$$\begin{aligned}
 \blacksquare \quad S_a &= S \times \text{Max} \left[1; \frac{3 \times \left(1 + \frac{z}{H} \right)}{1 + \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right)^2} - 0.5 \right] = \frac{a_g}{g} \times 1.40 \times \text{Max} \left[1; \frac{3 \times (1 + 0.9)}{1 + (1 - 0)^2} - 0.5 \right] = \\
 &= \frac{3.0 \times 2.40 / 1.5}{9.8} \times 1.40 \times \text{Max} [1; 2.35] = 0.49 \times 1.40 \times 2.35 = 1.61 \\
 \blacksquare \quad F_a &= \frac{S_a \times W_a \times \square_a}{q} = \frac{1.61 \times W_a \times 1.0}{1.50} = 1.07 W_a
 \end{aligned}$$

2.2 Calcul des charges du vent

Toitures prises en compte

L'analyse a été faite pour des toitures en pente (pas de toitures terrasse) avec un angle compris entre 7° (pente 12%) et 30° (pente 58%).

Coefficient de pression extérieure

Dépression maxi - angle 15° $c_{pe,10} = -2.5$ $c_{pe,1} = -2.8$

Pression maxi - angle 30° $c_{pe,10} = +0.7$ $c_{pe,1} = +0.7$

Force du vent non pondérée sur les divers modèles

Modèle	S_{capteur}	L_{capteur}	$c_{pe} (+)$	$c_{pe} (-)$	p_{max}	$F_w (+)$	$F_w (-)$
MARK4 160/2.1	2.1 m ²	1.23 m	+0.7	-2.8	1.99	+2.93	-11.70
MARK4 200/2.6	2.6 m ²	1.25 m	+0.7	-2.8	1.99	+3.62	-14.49
MARK4 300/3.0	3.0 m ²	1.50 m	+0.7	-2.8	1.99	+4.18	-16.72
MARK4 300/4.2	4.2 m ²	2.46 m	+0.7	-2.75	1.99	+5.85	-22.98

Le coefficient de pondération pour l'action du vent est $\gamma = 1.50$

2.3 Calcul des charges du séisme

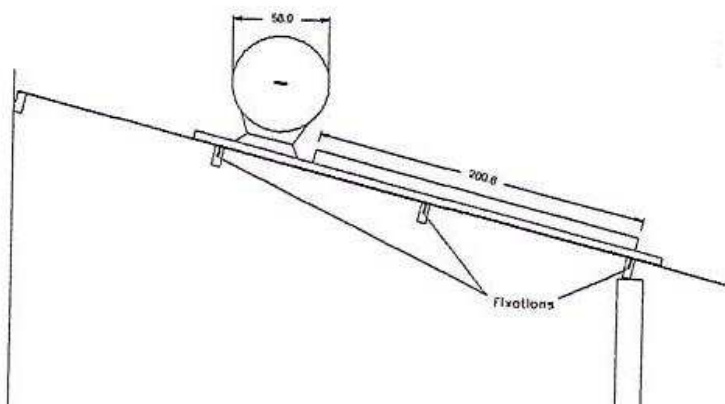
Par rapport aux éléments présentés en §2.1, les forces sismiques sont calculées dans le tableau suivant:

Modèle	M _{ballon}	M _{capteur}	M _{structure}	M _{total}	S x γ / q	F _a
MARK4 160/2.1	214 kg	35 kg	31 kg	280 kg	1.07	3.00 kN
MARK4 200/2.6	267 kg	44 kg	33 kg	344 kg	1.07	3.68 kN
MARK4 300/3.0	406 kg	53 kg	32 kg	491 kg	1.07	5.25 kN
MARK4 300/4.2	406 kg	70 kg	32 kg	508 kg	1.07	5.44 kN

Nota: pour l'évaluation des efforts sismiques nous avons considéré les ballons pleins (cas le plus défavorable)

3 VERIFICATIONS

Le schéma des chauffe-eau solaires est représenté dans la figure suivante.



Pour tous les modèles la fixation se fait en 3 appuis par élément porteur longitudinal.

Le nombre de vis nécessaire pour la fixation des différents modèles sont indiqués dans le tableau suivant par appui – haut (sous ballon) / central / bas.

Modèle	Nombre vis haut	Nombre vis centre	Nombre vis bas
MARK4 160/2.1	2 + 2	1 + 1	2 + 2
MARK4 200/2.6	2 + 2	1 + 1	2 + 2
MARK4 300/3.0	2 + 2	1 + 1	3 + 3
MARK4 300/4.2	2 + 2	1 + 1	3 + 3

3.1 VERIFICATION DES FIXATIONS

Les fixations sont des vis WSF Solar Fastener Type A (fiche technique en annexe)

3.1.1 Vérification aux efforts du vent

Les efforts du vent sont transmis à la structure aux extrémités des panneaux.

La fixation en bas de pente est la plus sollicitée à l'arrachement. Les 4 vis de bas de pente reprennent 1/2 des efforts de vent, sur le panneau.

Dans le tableau suivant sont indiqués le nombre de vis nécessaire pour la fixation basse de la structure.

Modèle	$F_w (-)$ NP	$F_w (-)$ Pond	$1/2 F_w (-)$ Pond	$F_{t,vis} (+)$	Nombre vis	F_{cap}
MARK4 160/2.1	-11.70 kN	17.55 kN	-8.78 kN	3.53 kN	4	14.12 kN
MARK4 200/2.6	-14.49 kN	-21.74 kN	-10.87 kN	3.53 kN	4	14.12 kN
MARK4 300/3.0	-16.72 kN	-25.08 kN	-12.54 kN	3.53 kN	4	14.12 kN
MARK4 300/4.2	-22.98 kN	34.47 kN	-17.24 kN	3.53 kN	6	21.18 kN

3.1.2 Vérification aux efforts du séisme

Les efforts du séisme sont transmis à la structure par les fixations des éléments longitudinaux.

Toutes les vis reprennent le même effort.

En considérant que l'effort sismique s'applique à 5 cm par rapport au support bois, l'effort de flexion dans la vis est $M = Q \times 5$.

Dans le tableau suivant sont présentées les vérifications au séisme des différents modèles.

Modèle	F_a	M_s	$M_{cap,vis}$	Nombre vis	F_{cap}
MARK4 160/2.1	3.00 kN	15.0 kNcm	2.60 kNcm	4 + 2 + 4	26.0 kNcm
MARK4 200/2.6	3.68 kN	18.4 kNcm	2.60 kNcm	4 + 2 + 4	26.0 kNcm
MARK4 300/3.0	5.25 kN	26.25 kNcm	2.60 kNcm	4 + 2 + 6	31.2 kNcm
MARK4 300/4.2	5.44 kN	27.2 kNcm	2.60 kNcm	4 + 2 + 6	31.2 kNcm

4 CONCLUSION

Le nombre de fixations indiqué dans §3 doit être mis en oeuvre par rapport à un calcul selon les Eurocodes. L'analyse a été faite pour le vent région Guadeloupe ($v_r = 36$ m/s), donc les résultats peuvent être appliqués pour la Martinique ($v_r = 32$ m/s) et pour la Guyane ($v_r = 17$ m/s).

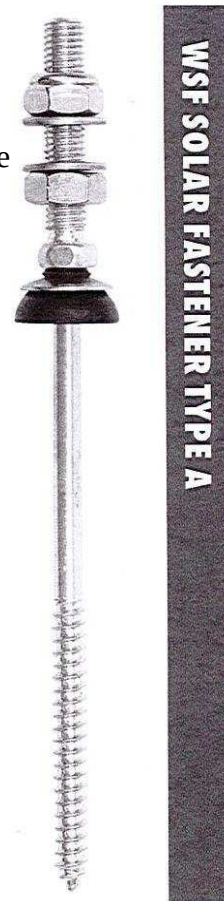
L'analyse sismique a été faite pour la région V (la plus forte) et pour l'enveloppe des sols, ce qui représente les conditions les plus défavorables. La Guadeloupe et la Martinique se situent dans la zone sismique V, la Guyane en zone I.

5 PRESCRIPTIONS POUR EVITER LA CORROSION

Le type de vis utilisé est présenté dans la photo.

Il est recommandable:

- Les vis doivent avoir un diamètre supérieur par rapport aux vis utilisées pour la couverture (comme les vis de réparation), dans le cas présent le diamètre de la partie qui se visse dans le support bois est de 8.4 mm - OK.
- Les vis doivent avoir une excellente résistance à la corrosion - il est fortement recommandable l'utilisation des vis en acier inoxydable - OK
- Pour assurer une parfaite étanchéité, l'existence d'un joint de type "cloche" est souhaitable - OK
- Les vis doivent pouvoir être utilisés avec des cavaliers standards pour le bac acier ou la tôle ondulée. Les cavaliers possèdent un joint néoprène supplémentaire - OK
- Les cavaliers utilisés doivent être de la même nature que la couverture - acier pour couverture en tôle acier et Aluminium pour couverture en tôle aluminium pré laquée.
- Il faut éviter tout contact entre la couverture et l'ossature support (risque de rayures peinture, dégradations, etc).
- Par expérience l'utilisation des vis inox avec une couverture en tôle pré laquée aluminium ne produit pas des effets négatifs ni de corrosion de la couverture.



En conclusion le type de vis présenté correspond à une utilisation pour la fixation des ossatures des chauffe-eau solaires sur des support bois.

La fiche technique de la vis est présentée en annexe.

ANNEXES

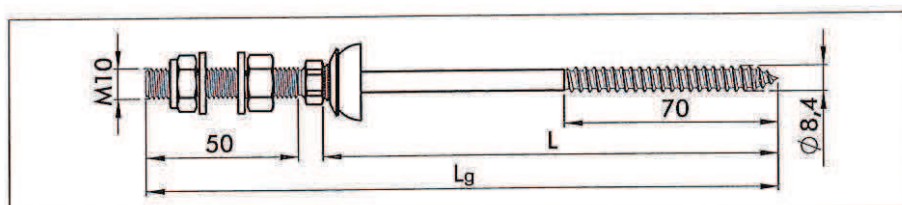
Feuille1

chauffe-eau solaire thermosiphon

poids des différents éléments

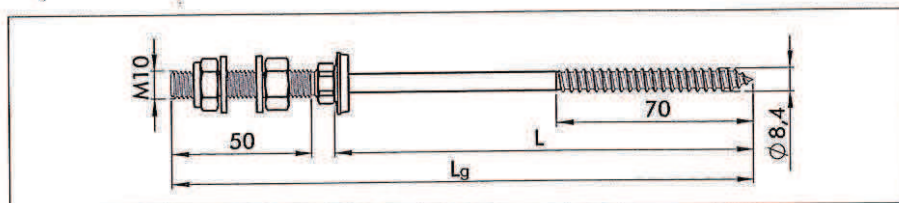
modèle	160/2.1	200/2.6	300/3	300/4.2
capacité ballon	156,2 l	195,8 l	291,5 l	291,5 l
dimensions ballon	(1230 x 500) mm	(1520 x 500) mm	(1980 x 500) mm	(1980 x 500) mm
poids ballon vide	58 kg	71 kg	115 kg	115 kg
poids ballon plein	214 kg	267 kg	406 kg	406 kg
surface brute capteur	2,1 m ²	2,6 m ²	3,0 m ²	2 x 2,1 m ²
dimensions capteur	(1230 x 1697 x 85) mm	(1244 x 2121 x 85) mm	(1996 x 1502 x 85) mm	2 x (1230 x 1697 x 85) mm
poids capteur vide	33 kg	42 kg	50 kg	2 x 33 kg
contenance fluide capteur	1,6 l	1,8 l	2,4 l	2 x 1,6 l
matériau		aluminium anodisé	qualité marine double paroi	
support toiture tôle				
poids support	31 kg	33 kg	32 kg	32 kg
matériau			acier galvanisé 20/10 ; visserie inox A2	

WSF SOLAR FASTENER TYPE A



Dia. of threaded rod	Dia. d in mm	L in mm	Lg in mm	Clamping range* in mm	Art. No.	P. Qty.
M10	8.4	100	155	20-55	0201 084 100	50
M10	8.4	130	185	45-85	0201 084 130	50
M10	8.4	150	205	70-105	0201 084 150	50
M10	8.4	180	235	100-135	0201 084 180	25
M10	8.4	200	255	120-155	0201 084 200	25

* The clamping range defines the distance between the top edge of the substructure into which the WSF solar fastener is screwed and the top edge of the profile panel.



Dia. of threaded rod	Dia. d mm	L mm	Lg mm	Clamping range* mm	Art. No.	P. Qty.
M10	8.4	100	155	20-60	0201 184 100	50
M10	8.4	130	185	55-90	0201 184 130	50
M10	8.4	150	205	70-110	0201 184 150	50
M10	8.4	180	235	105-140	0201 184 180	25
M10	8.4	200	255	125-160	0201 184 200	25

* The clamping range defines the distance between the top edge of the substructure into which the WSF solar fastener is screwed and the top edge of the profile panel.

Notes on application

Pre-drill the wooden substructure and roof cladding with 6.0 mm dia. The screw-in depth in wood is at least 34 mm (observe reduced loading values). Depending on the static loads, Variant 2 WSF solar fasteners should be used in combination with indentation cups.

The indentation cup, Art. No. 0498 105 ... is placed onto the profile panel and screwed into place using the WSF solar fastener.

For wooden substructures

Prefabricated

Stainless steel A2, rustproof

With special coating



Preassembled facade construction screws can be replaced with the WSF solar fastener. In the process, the predrilling diameter must always be observed.

Variant 1

Especially for corrugated roof cladding

With Allen head 5 mm

Preassembled with:

1 x hexagon nut DIN 934

1 x locking nut DIN 985

1 x EPDM mushroom seal

2 x washer DIN 125

Variant 2

Especially for troughed and sandwich element roof cladding

With Allen head 5 mm

Preassembled with:

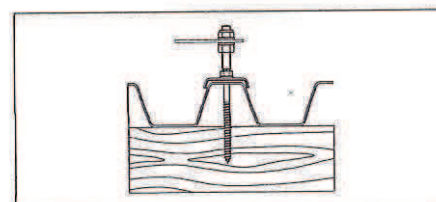
1 x hexagon nut DIN 934

1 x locking nut DIN 985

1 x sealing disk dia. 19 mm

2 x washer DIN 125

With general construction permit
Z-14.4-598



Additional article:

HSS Twist Drill for hard wood

Flute length 180 mm

6.0 x 260 mm

Art. No. 0627 006 260

Indentation cups

Art. No. 0498 105 ...

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

DIBt

Deutsches Institut für Bautechnik
ANSTALT DES ÖFFENTLICHEN RECHTS

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten
Bautechnisches Prüfamt

Mitglied der Europäischen Organisation für
Technische Zulassungen EOTA und der Europäischen Union
für das Agreement im Baubereich UE-Ätc

Tel.: +49 30 78730-0
Fax: +49 30 78730-320
E-Mail: dibt@dibt.de

Datum: 18. Dezember 2009
Geschäftszeichen: I 36-1.14.4-46/09

Zulassungsnummer:

Z-14.4-598

Geltungsdauer bis:

31. Dezember 2014

Antragsteller:

Adolf Würth GmbH & Co. KG
74650 Künzelsau

Zulassungsgegenstand:

**Verbindungselemente zur Befestigung von Solaranlagen
(Solar-Fassadenbauschrauben)**



Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen.
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst neun Seiten und eine Anlage.

I. ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Sofern in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Anforderungen an die besondere Sachkunde und Erfahrung der mit der Herstellung von Bauprodukten und Bauarten betrauten Personen nach den § 17 Abs. 5 Musterbauordnung entsprechenden Länderregelungen gestellt werden, ist zu beachten, dass diese Sachkunde und Erfahrung auch durch gleichwertige Nachweise anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union belegt werden kann. Dies gilt ggf. auch für im Rahmen des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) oder anderer bilateraler Abkommen vorgelegte gleichwertige Nachweise.
- 3 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 4 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 5 Hersteller und Vertreiber des Zulassungsgegenstandes haben, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", dem Verwender bzw. Anwender des Zulassungsgegenstandes Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen und darauf hinzuweisen, dass die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung an der Verwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen.
- 6 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nicht widersprechen. Übersetzungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 7 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.



II. BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Zulassungsgegenstand und Anwendungsbereich

Zulassungsgegenstand sind gewindeformende Schrauben mit angeschweißten Gewindestiften aus korrosionsbeständigem Stahl (Solar-Fassadenbauschrauben) zur planmäßig kraftübertragenden Verbindung von Anbauteilen, insbesondere von Aufständern bzw. Tragprofilen von Solaranlagen, mit Unterkonstruktionen aus Stahl oder Holz. Die Solar-Fassadenbauschrauben werden dabei durch die Obergurte von Profiltafeln aus Stahl oder Aluminium geschraubt.

Darstellungen der einzelnen Solar-Fassadenbauschrauben mit Anwendungsbeispielen enthält Anlage 1.

Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung regelt die mit den Solar-Fassadenbauschrauben hergestellten Verbindungen für den Fall vorwiegend ruhender Beanspruchung.

2 Bestimmungen für das Bauprodukt

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 Abmessungen

Es gelten die Angaben in Anlage 1.

2.1.2 Werkstoffe

Die Solar-Fassadenbauschrauben werden aus den Stahlsorten 1.4301 oder 1.4567 hergestellt. Für die Werkstoffe der Profiltafeln, durch die befestigt wird, gelten folgende Forderungen:

$R_m \geq 360 \text{ N/mm}^2$ für Profiltafeln aus Stahl und

$R_m \geq 165 \text{ N/mm}^2$ für Profiltafeln aus Aluminium.

Bei der Verwendung der Solar-Fassadenbauschrauben WSF - BZ 8,0 / M8 x L und WSF - BZ 8,0 / M10 x L muss die Unterkonstruktion aus den Stahlsorten S235 nach DIN EN 10025-2:2005-04 bzw. S280GD oder S320GD nach DIN EN 10346:2009-07 bestehen.

Die Verwendung der Solar-Fassadenbauschrauben WSF - A 8,4 / M8 x L, WSF - A 8,4 / M10 x L und WSF - A 10 / M10 x L ist für Unterkonstruktion aus Nadelholz, mindestens Sortierklasse S10 oder Festigkeitsklasse C24 nach DIN 1052:2004-08, vorgesehen.

2.1.3 Korrosionsschutz

Die Solar-Fassadenbauschrauben sind korrosionsbeständig und bedürfen daher keines weiteren Korrosionsschutzes.

2.2 Kennzeichnung

Die Verpackung der Solar-Fassadenbauschrauben oder der Beipackzettel muss vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 erfüllt sind.

Jede Verpackung muss zusätzlich mit einem Etikett versehen sein, das Angaben zum Herstellwerk (Werkkennzeichen), zur Bezeichnung, zur Geometrie und zum Werkstoff der Solar-Fassadenbauschrauben enthält.



2.3 Übereinstimmungsnachweis

2.3.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Solar-Fassadenbauschrauben mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einem Übereinstimmungszertifikat auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und einer regelmäßigen Fremdüberwachung einschließlich einer Erstprüfung der Solar-Fassadenbauschrauben nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller der Solar-Fassadenbauschrauben eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

Für Umfang, Art und Häufigkeit der werkseigenen Produktionskontrolle und der Fremdüberwachung gelten die Zulassungsgrundsätze des Deutschen Instituts für Bautechnik für den "Übereinstimmungsnachweis für Schrauben im Metalleichtbau" (siehe Heft 6/1999 der "DIBt Mitteilungen") sinngemäß.

2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

Zusätzlich zu den unter 2.3.1 angegebenen Prüfungen sind pro Fertigungseinheit Biegeversuche an jeweils drei Solar-Fassadenbauschrauben vorzunehmen. Dabei muss mit den angeschweißten Gewindestiften mindestens ein Biegewinkel von 45° ohne Bruch erreicht werden.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und Vergleich mit den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Anforderungen
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit solchen, die einwandfrei sind, ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.



2.3.3 Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch einmal jährlich.

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung der Solar-Fassadenbauschrauben durchzuführen und es sind stichprobenartige Prüfungen durchzuführen.

Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Stelle.

Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

3 Bestimmungen für Entwurf und Bemessung

3.1 Entwurf

Werden die Solar-Fassadenbauschrauben quer zu den Profiltafeln belastet, sind die Profiltafeln auf gleicher Höhe in den benachbarten Wellentälern an der Unterkonstruktion zu befestigen (siehe Abb. 1). Diese Befestigungen müssen so ausgebildet sein, dass sie die Querkkräfte aus den Solar-Fassadenbauschrauben in die Unterkonstruktion übertragen. Bei Querkkräften aus den Solar-Fassadenbauschrauben in Längsrichtung der Profiltafeln dürfen auch entfernter liegende Verbindungen der entsprechenden Profiltafel mit der Unterkonstruktion zur Lastabtragung mit herangezogen werden.



Abbildung 1

3.2 Bemessung

3.2.1 Allgemeines

Es gilt das in DIN 1055-100:2001-03 angegebene Nachweiskonzept.



3.2.2 Charakteristische Werte der Tragfähigkeit

3.2.2.1 Charakteristische Werte der Zug- und Drucktragfähigkeit $N_{R,k}$

Solar-Fassadenbauschrauben WSF – BZ 8,0 / M8 x L und WSF – BZ 8,0 / M10 x L

Tabelle 1 Charakteristische Werte der Zug- und Drucktragfähigkeit $N_{R,k}$ für die Befestigung auf Unterkonstruktionen aus Stahl

	Dicke der Unterkonstruktion t_{II} [mm]				
	1,50	2,00	2,50	3,00	$\geq 4,00$
$N_{R,k}$ [kN]	2,61	4,26	5,79	7,32	10,25

Für Zwischenwerte der Dicke der Unterkonstruktion ist $N_{R,k}$ für die geringere Bauteildicke zu wählen.

Bei dünnwandigen ($t_{II} \leq 2,00$ mm), unsymmetrischen Unterkonstruktionen (z. B. C- oder Z-Profile) sind die charakteristischen Tragfähigkeitswerte $N_{R,k}$ um 30 % abzumindern.

Solar-Fassadenbauschrauben WSF – A 8,4 / M8 x L und WSF – A 8,4 / M10 x L:

$$N_{R,k} = 5,88 \cdot 10^{-4} \cdot \rho_k^2 \cdot l_{ef} \cdot k_{mod} \quad [\text{kN}] \quad \text{mit } 34 \text{ mm} \leq l_{ef} \leq 70 \text{ mm}$$

Solar-Fassadenbauschrauben WSF – A 10 / M10 x L:

$$N_{R,k} = 7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \rho_k^2 \cdot l_{ef} \cdot k_{mod} \quad [\text{kN}] \quad \text{mit } 40 \text{ mm} \leq l_{ef} \leq 80 \text{ mm}$$

l_{ef} [mm] - effektive Einschraubtiefe des Gewindeteils in die Holzunterkonstruktion

ρ_k [kg/m³] - charakteristische Rohdichte; $\rho_k = 350$ kg/m³ für die Festigkeitsklasse C24

k_{mod} - Modifikationsfaktor nach DIN 1052:2004-08, Anhang F

Wenn die Druckeinwirkung auf die Solar-Fassadenbauschrauben überwiegend Druck aus Eigengewicht der angeschlossenen Konstruktion und Schneelast ist, darf für Unterkonstruktionen aus Holz der Sortierklasse S10 / Festigkeitsklasse C24 näherungsweise mit den Werten nach Tabelle 2a oder Tabelle 2b gerechnet werden.

Tabelle 2a Charakteristische Werte der Zug- und Drucktragfähigkeit $N_{R,k}$ für die Befestigung auf Unterkonstruktionen aus Holz, Sortierklasse S10

$k_{mod} = 0,7$	WSF – A 8,4 / M8 x L und WSF – A 8,4 / M10 x L										effektive Einschraubtiefe l_{ef} [mm]
	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	
$N_{R,k}$ [kN]	1,71	1,92	2,12	2,32	2,52	2,72	2,92	3,12	3,33	3,53	

Tabelle 2b Charakteristische Werte der Zug- und Drucktragfähigkeit $N_{R,k}$ für die Befestigung auf Unterkonstruktionen aus Holz, Sortierklasse S10

$k_{mod} = 0,7$	WSF – A 10 / M10 x L										effektive Einschraubtiefe l_{ef} [mm]
	40	44	48	52	56	60	65	70	75	80	
$N_{R,k}$ [kN]	2,40	2,64	2,88	3,12	3,36	3,60	3,90	4,20	4,50	4,80	

Bei Druckbeanspruchung der Solar-Fassadenbauschrauben ist zusätzlich der Nachweis nach Abschnitt 3.2.5 durchzuführen.

3.2.2.2 Charakteristische Werte der Querkrafttragfähigkeit $V_{R,k}$

$$V_{R,k} = \min \{ V'_{R,k} \cdot L1 / (L1 + L2) ; 1,2 \cdot M_{y,R,k} / L2 \}$$

$V'_{R,k}$ ist für die einzelnen Solar-Fassadenbauschrauben den Tabellen 3 bis 6 zu entnehmen

$M_{y,R,k}$ ist der Tabelle 7 zu entnehmen

L1 und L2 nach Anlage 1

Solar-Fassadenbauschrauben WSF – BZ 8,0 / M8 x L und WSF – BZ 8,0 / M10 x L

Tabelle 3 Charakteristische Werte der Querkrafttragfähigkeit $V'_{R,k}$ für Profiltafeln aus Stahl auf Unterkonstruktionen aus Stahl

Dicke Profiltafel t_f [mm]	Dicke Unterkonstruktion t_{II} [mm]			
	1,50	2,00	3,00	$\geq 4,00$
0,40	0,62	0,71	0,90	1,09
0,50	0,85	0,91	1,04	1,17
0,55	1,03	1,08	1,19	1,29
0,63	1,32	1,35	1,42	1,49
0,75	1,76	1,76	1,77	1,78
0,88	2,48	2,48	2,49	2,49
$\geq 1,00$	3,14	3,14	3,14	3,14

Tabelle 4 Charakteristische Werte der Querkrafttragfähigkeit $V'_{R,k}$ für Profiltafeln aus Aluminium auf Unterkonstruktionen aus Stahl

Dicke Profiltafel t_f [mm]	Dicke Unterkonstruktion t_{II} [mm]			
	1,50	2,00	3,00	$\geq 4,00$
0,50	0,31	0,42	0,63	0,85
0,60	0,38	0,50	0,73	0,97
0,70	0,45	0,58	0,84	1,10
0,80	0,52	0,66	0,94	1,22
0,90	0,79	0,89	1,08	1,28
$\geq 1,00$	1,06	1,12	1,23	1,34

Solar-Fassadenbauschrauben WSF – A 8,4 / M8 x L, WSF – A 8,4 / M10 x L und WSF – A 10 / M10 x L

Tabelle 5 Charakteristische Werte der Querkrafttragfähigkeit $V'_{R,k}$ für Profiltafeln aus Stahl auf Unterkonstruktionen aus Holz, Sortierklasse S10

	Dicke Profiltafel t_f [mm]						
	0,40	0,50	0,55	0,63	0,75	0,88	$\geq 1,00$
$V'_{R,k}$ [kN]	1,55	1,83	2,06	2,44	3,00	3,06	3,12



Tabelle 6 Charakteristische Werte der Querkrafttragfähigkeit $V'_{R,k}$ für Profiltafeln aus Aluminium auf Unterkonstruktionen aus Holz, Sortierklasse S10

	Dicke Profiltafel t_f [mm]					
	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	> 1,00
$V'_{R,k}$ [kN]	0,74	0,94	1,13	1,33	1,34	1,34

Tabelle 7 Charakteristisches Fließmoment $M_{y,R,k}$ des angeschweißten Gewindestiftes

Solar-Fassadenbauschrauben	Fließmoment $M_{y,R,k}$ [kNcm]
WSF - BZ 8,0 / M8 x L	2,60
WSF - BZ 8,0 / M10 x L	4,20
WSF - A 8,4 / M8 x L	2,60
WSF - A 8,4 / M10 x L	4,20
WSF - A 10 / M10 x L	4,52

Bei der Verwendung von Profiltafeln aus Aluminium mit einer Zugfestigkeit von $R_m > 165 \text{ N/mm}^2$ dürfen die Werte für $V'_{R,k}$ in den Tabellen 4 und 6 um den Faktor $R_m / 165 \text{ N/mm}^2$ mit $R_m \leq 215 \text{ N/mm}^2$

erhöht werden. Der Mindestwert der Zugfestigkeit R_m der Profiltafeln ist dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis oder der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung der Profiltafeln zu entnehmen.

3.2.3 Bemessungswerte der Tragfähigkeit

Für die Berechnung der Bemessungswerte der Tragfähigkeit aus den charakteristischen Werten gilt:

$$N_{R,d} = \frac{N_{R,k}}{\gamma_M}$$

$$V_{R,d} = \frac{V_{R,k}}{\gamma_M}$$

mit $\gamma_M = 1,33$

3.2.4 Kombinierte Beanspruchung aus Zug- und Querkraften

Bei kombinierter Beanspruchung durch die Bemessungswerte einwirkender Zugkräfte N und Querkraften V ist keine Abminderung erforderlich.

3.2.5 Kombinierte Beanspruchung aus Druck- und Querkraften

Bei Beanspruchung durch die Bemessungswerte einwirkender Druckkräfte N und Querkraften V ist zusätzlich folgender vereinfachter Biegeknicknachweis zu führen:

$$\frac{N}{N_{pl,d}} + \frac{\alpha \cdot V \cdot L_2}{M_{y,R,d}} + \frac{\alpha \cdot N \cdot L_2}{20 \cdot M_{y,R,d}} \leq 1,0$$

$$N_{pl,d} = 7,0 \text{ kN}$$

$$N_{pl,d} = 11,1 \text{ kN}$$

$$M_{y,R,d} = M_{y,R,k} / \gamma_M$$

$$\alpha = 1 / (1 - N / N_{ki,d})$$

für WSF - BZ 8,0 / M8 x L und WSF - A 8,4 / M8 x L

für WSF - BZ 8,0 / M10 x L, WSF - A 8,4 / M10 x L und WSF - A 10,0 / M10 x L

mit $M_{y,R,k}$ nach Tabelle 7

$$N_{xi,d} = \pi^3 \cdot E \cdot d^4 \cdot / [64 \cdot (\beta_1 \cdot L1)^2 \cdot \gamma_M]$$

$$E = 190 \text{ kN/mm}^2 = 19000 \text{ kN/cm}^2$$

$$\gamma_M = 1,1$$

$$d = 6,9 \text{ mm}$$

für WSF - BZ 8,0 / M8 x L, WSF - BZ 8,0 / M10 x L,
WSF - A 8,4 / M8 x L und WSF - A 8,4 / M10 x L

$$d = 7,8 \text{ mm}$$

für WSF - A 10,0 / M10 x L

$$\beta_1 = 1,0 + 1,87 \cdot L2 / L1$$

für Unterkonstruktionen aus Stahl mit $t_{II} < 4,0 \text{ mm}$

$$\beta_1 = 0,7 + 1,85 \cdot L2 / L1$$

für Unterkonstruktionen aus Stahl mit $t_{II} \geq 4,0 \text{ mm}$ und
für Unterkonstruktionen aus Holz

L1 und L2 siehe Anlage 1

4 Bestimmungen für die Ausführung

Die Montage der Solar-Fassadenbauschrauben erfolgt ausschließlich nach Angaben des Herstellers. Der Hersteller übergibt die Montageanweisung an die ausführende Firma.

Befestigungen mit Solar-Fassadenbauschrauben entsprechend Abschnitt 1 dürfen nur von Firmen hergestellt werden, die die dazu erforderliche Erfahrung haben, es sei denn, es erfolgt eine Einweisung des Montagepersonals durch Fachkräfte von Firmen, die auf diesem Gebiet Erfahrungen besitzen.

Durch die Ausführung ist sicherzustellen, dass keine Kontaktkorrosion auftreten kann.

Die Verwendung von Schlagschraubern ist unzulässig.

Die Solar-Fassadenbauschrauben sind rechtwinklig zur Bauteiloberfläche einzubringen, um eine einwandfrei tragende und erforderlichenfalls regensichere Befestigung sicherzustellen.

Die Profiltafeln und die Unterkonstruktion sind entsprechend den Angaben in Tabelle 8 vorzubohren.

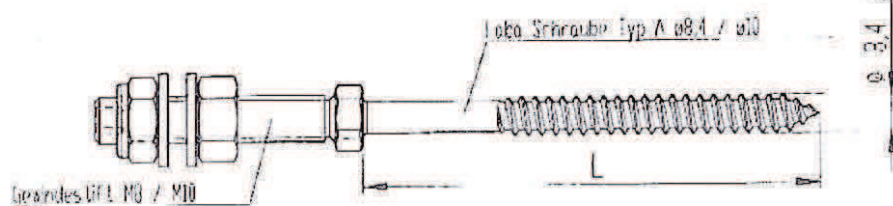
Tabelle 8 Vorbohrdurchmesser in mm für Profiltafeln und Unterkonstruktion

Solar-Fassadenbauschrauben	Dicke der Unterkonstruktion t_{II} aus Stahl [mm]				Unter-konstruktion aus Holz
	1,5 < 5,0	5,0 < 8,0	8,0 < 10	≥ 10	
WSF - Z 8,0 / M8 x L WSF - Z 8,0 / M10 x L	6,8	7,0	7,2	7,4	---
WSF - A 8,4 / M8 x L WSF - A 8,4 / M10 x L	---	---	---	---	6,0
WSF - A 10 / M10 x L	---	---	---	---	7,0

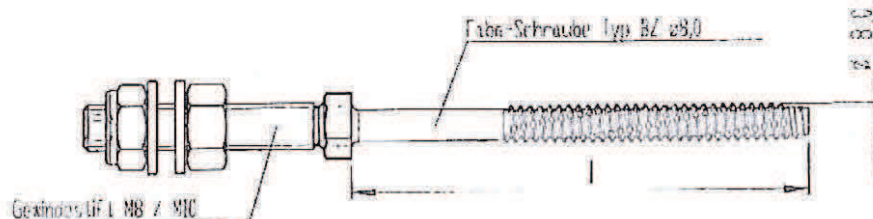
Dr.-Ing. Kathage



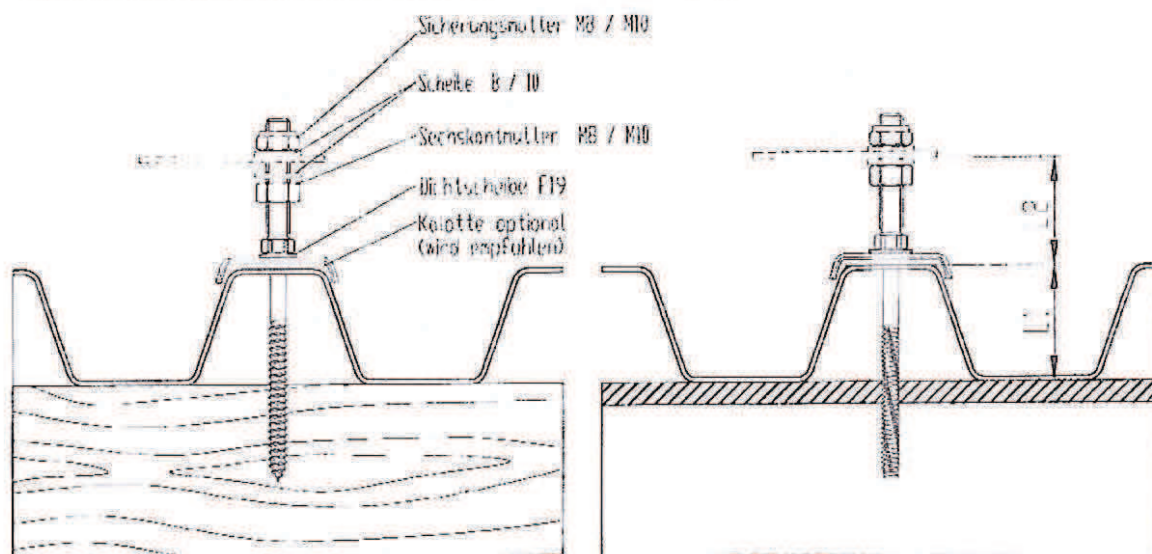
Solar-Fassadenbauschraube WSF-A für Holzunterkonstruktionen



Solar-Fassadenbauschraube WSF-BZ für Stahlunterkonstruktionen



Anwendungsbeispiel der Solar-Fassadenbauschraube auf Trapezprofiltafeln



WSF-A in Holzunterkonstruktion

WSF-BZ in Stahlunterkonstruktion

L1: Definiert den Abstand zwischen Oberkante Unterkonstruktion, in die die Solar-Fassadenbauschraube eingeschraubt ist, und Oberkante Profiltafel



Adolf Würth GmbH & Co.KG

Reinhold-Würth-Str. 12 - 17
74650 Künzelsau

E-Mail: info@wuerth.com
<http://www.wuerth.com>

Solar-Fassadenbauschraube

Typ WSF-A
Typ WSF-BZ

Anwendungsbeispiel

Anlage 1

zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Z-14.4-598

vom 18. Dezember 2009