

Fachliche Stellungnahme: Befestigung von Trapezschellen an Trapezblechen

Für den Anwendungsfall der Montage einer Photovoltaikanlage auf mit Trapezblechen aus Stahl oder Aluminium gedeckten Dächern setzen sich zunehmend Befestigungsvarianten durch, bei denen Befestigungselemente mit selbstfurchenden oder mit selbstbohrenden Schrauben an der Deckschale befestigt werden. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt gibt es 3 Systeme, die über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik verfügen. Dies ist eine zwingende Voraussetzung für die Verwendung des entsprechenden Bauprodukts. Nicht zugelassene Bauprodukte dürfen in Deutschland im Sinne der Bauordnungen der Länder nicht eingesetzt werden. Wesentlich ist in diesem Zusammenhang, dass eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung primär die Tragfähigkeit eines Bauprodukts behandelt, nicht aber die Gebrauchstauglichkeit.

Grundsätzlich unterscheiden sich die markteingeführten Befestigungssysteme gemäß Bild 1 in der Art und im Ort der Befestigung an der Trapezschale. Dabei besteht grundsätzlich die Möglichkeit einer Verschraubung in den geeigneten Stegen des Trapezblechs oder einer Verschraubung auf der Hochsicke. Eine Befestigung in der Tiefsicke, die die wasserführende Ebene bildet, muss aus Gründen der Dauerhaftigkeit vermieden werden.

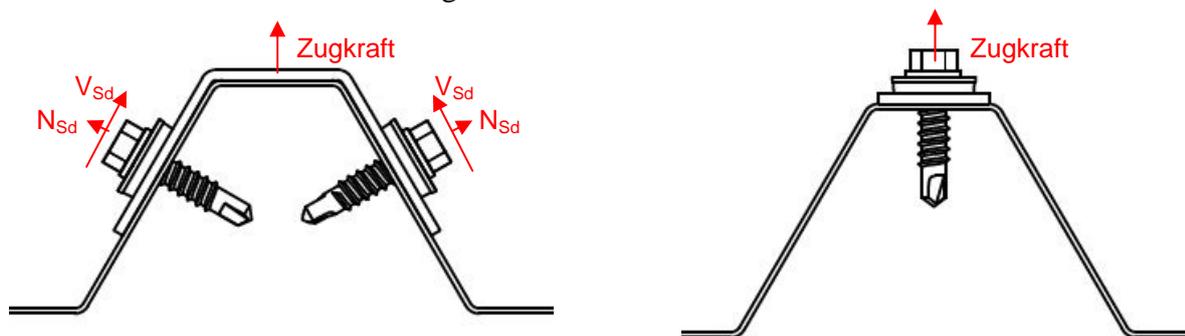


Bild 1 Befestigung an Trapezblechen mit selbstfurchenden Schrauben

Aus technischer Sicht unterscheiden sich die beiden Varianten dadurch, dass bei einer Befestigung an den Stegen ein großer Teil der Zugkraft parallel zum Blech in Form von Schubkräften und nur ein geringer Teil senkrecht zum Blech als Zugkräfte eingeleitet wird, während bei einer Fixierung auf der Hochsicke die Gesamtkraft senkrecht zur Blechebene eingetragen wird. Kräfte senkrecht zur Blechebene bewirken gerade bei dünnen Trapezblechen Verformungen, die solange sie reversibel sind, das Eindringen von Feuchtigkeit und Schmutz begünstigen und damit die Lebensdauer beeinträchtigen können.

Der Nachweis entsprechender Trapezbefestigungen ist in produktspezifischen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt. Dabei sind nachfolgende Nachweise zu führen:

- Befestigungselement an sich
- Selbstbohrende Schrauben
- Lastweiterleitung im Trapezblech

Insbesondere bei dünnen Trapezblechen ist in den meisten Fällen der Nachweis der Schrauben maßgebend. Im Diagramm in Bild 2 sind die berechneten Tragfähigkeiten eines Hochsickenanschlusses mit zwei selbstbohrenden Schrauben auf Grundlage von [1] für eine Stahlgüte des Trapezblechs S280GD in Abhängigkeit von der Blechdicke aufgetragen. Zusätzlich angegeben sind die Zugeinwirkungen aus Wind für ein Satteldach mit einer Dachneigung von 15°. In diesen Kräften sind die erforderlichen Teilsicherheitsbeiwerte, der mindernde Einfluss aus dem Eigengewicht des Solargenerators und eine Exzentrizität bei der Montage bereits berücksichtigt. Die Auswertung erfolgte für ein 8 Meter hohes Gebäude in Windzone 2 (grün) und für ein 12 m hohes Gebäude in Windzone 3. Den Berechnungen liegen die Modulabmessungen 1660x1000 mm zugrunde.

Die Interpretation dieser Auswertung zeigt, dass die Hochsickenbefestigung abhängig von den Windlasten erst ab bestimmten Blechdicken angewendet werden darf. Dabei sind insbesondere die Dachrand- und Dacheckbereiche zu beachten, da dort im Regelfall signifikant höhere Soglasten wirken. Für die Analyse Windzone 2, $z = 8,0$ m müsste im Dachinnenbereich eine Blechdicke von $t = 0,63$ mm und im Randbereich $t = 0,88$ mm verfügbar sein. In der Windzone 3 handelt es sich um die Dicken $t = 0,75 / > 1,0$ mm.

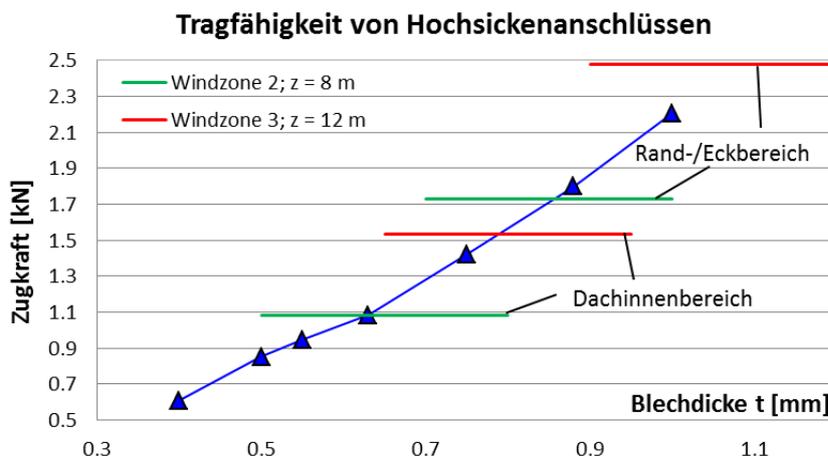


Bild 2 Auswertung der Tragfähigkeiten von Hochsickenanschlüssen gemäß [1]

Neben der reinen Frage der Tragfähigkeiten sollte auch die Nachgiebigkeit der horizontalen Flanschebene der Hochsicke betrachtet werden. Hier tritt im Fall einer Befestigung bereits unter niedriger Zugbelastung durch Anheben des Blechs an den Schrauben eine Deformation ein, die einen deutlich wahrnehmbaren Lichtspalt zeigt. In Bild 4 ist das Verformungsstadium für ein Blech T40 mit einer Dicke $t = 0,63$ mm unter einer Prüflast von 1,0 kN dargestellt. Die Abhebung des befestigten Elements vom Trapezblech beträgt bereits mehrere Millimeter.

In Bild 3 ist vergleichend die experimentelle Bewertung für 3 Befestigungskonstellationen am Trapezblech graphisch aufgetragen:

1. Schraubenpaar in Flanschmitte
2. Schraubenpaar jeweils unmittelbar neben den Stegen
3. Schraubenpaar an einem Steg

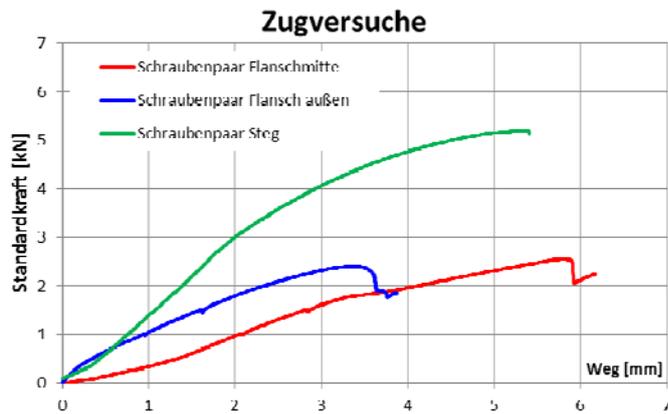


Bild 3 Vergleichende Versuchskurven



Bild 4 Deformation bei einem Hochsickenanschluss

Anhand der Last-Verformungs-Graphen ist deutlich zu erkennen, dass die Befestigung an den Stegen signifikant steifer wirkt. Während bei einer Belastung von einem 1,0 kN bei der Befestigung am Steg eine Gesamtdeformation des Prüfkörpers von 0,7 mm zu verzeichnen ist beträgt dieser bei einer stegnahmen Befestigung bereits 1 mm. Bei einer Befestigung in Flanschmitte ist am getesteten Blech mit 2,0 mm annähernd das doppelte Verschiebungsmaß zu verzeichnen.

Die Betrachtung der Versuchsergebnisse verdeutlicht, dass bei einer Befestigung in der Hochsicke eines Trapezblechs mit senkrechter Lasteinleitung ein Standsicherheitsnachweis allein auf Grundlage der Tragfähigkeiten der Schrauben nicht ausreicht. Vielmehr muss ergänzend zum Nachweis der lokalen Lasteinleitung der Biegenachweis des oberen Flansches der Hochsicke geführt werden. Dazu enthält DIN EN 1993-1-3 keine expliziten Regelungen, da eine derartige Anwendung von selbstbohrenden Schrauben im Metall-Leichtbau nicht typisch ist. Die Bilder 5 und 6 nach Abschluss des Versuchs verdeutlichen, dass bei mittlerer Befestigung auf der Hochsicke je nach Blechgeometrie ein Versagen der Hochsicke eintreten kann. Demnach kommt dem spezifischen Nachweis des Trapezblechs eine besondere Bedeutung zu.



Bild 5 Deformation des Blechs (mittiger Anschluss)

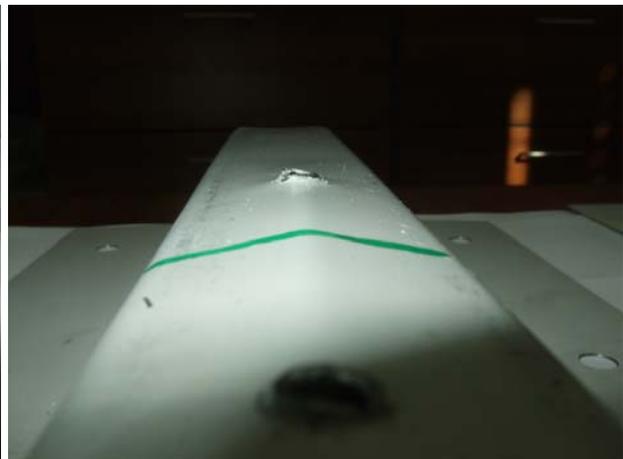


Bild 6 Detailauszug

C. Zapfe

Dr.-Ing. C. Zapfe

Quellen:

- [1] allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z14.4-627 vom 16. März 2012, Befestigungssystem MetaSole