

### **Fachliche Stellungnahme: Befestigung von Solargeneratoren auf Foliendächern und Bitumendächern durch Verklebung bzw. Verschweißung**

Der Planer von Photovoltaikanlagen auf Flachdächern befindet sich stets im Spannungsfeld der Kostenminimierung für die Gestelltechnik und der berechtigten Forderung des Gebäudeeigentümers nach Unversehrtheit seines Gebäudes. Dies gilt sowohl für die Standsicherheit des Gebäudes als für die Gebrauchstauglichkeit. Der Begriff der Gebrauchstauglichkeit steht in diesem Zusammenhang für die Einhaltung der Verformungsgrenzen der Tragschale des Daches, aber auch für die Dichtigkeit und die Dauerhaftigkeit des Daches. Gerade unter dem Gesichtspunkt der Dichtigkeit haben sich in den zurückliegenden Jahren durchdringungsfreie, ballastierte Systeme durchgesetzt. Durch aerodynamische Optimierungen im Windkanal konnte bei vielen herstellereigenen Systemen die rechnerisch erforderliche Ballastierung soweit reduziert werden, dass diese auch auf Flachdächern mit geringen Tragreserven eingesetzt werden können. Die Überprüfung der für die Aufstellung einer PV-Anlage verfügbaren Tragreserven einschließlich mit der PV-Anlage auftretenden Durchbiegungen ist obligatorisch durchzuführen.

Insbesondere bei Gebäuden mit geringen Tragreserven, aber zunehmend auch im normalen Wettbewerbsumfeld, werden Befestigungslösungen verwendet, bei denen das Montagegestell mit verklebten Folienlaschen (Bild 1) oder verschweißten Bitumenbahn-Streifen (Bild 2) mit der Dachhaut verbunden wird. In diesen Fällen wird dann normalerweise auf eine Ballastierung des Montagegestells verzichtet.



**Bild 1** Fixierung mit Klebelaschen auf Folie



**Bild 2** Fixierung mit geschweißten Laschen auf Bitumen

Auch wenn diese Befestigungstechnik auf den ersten Blick pragmatisch erscheint, sind folgende Punkte zu beachten:

1. Es gibt keine anerkannten Regeln der Technik, nach denen der Nachweis eines ausreichenden Tragvermögens geführt werden kann. Folglich erscheint eine experimentelle Nachweisführung zielführend.
2. Bei einer punktuellen Befestigung treten an den Kleberändern Spannungsspitzen auf, die zu einer schälenden Beanspruchung der Verklebung führen. Dies bewirkt im Regelfall eine Vervielfachung der Spannungen im Vergleich zu einer vollflächigen Lastabtragung.
3. Sowohl Kunststoffe als auch Kleber weisen ein sowohl zeit- als auch temperaturabhängiges Lastverformungsverhalten auf. Bei hohen Temperaturen verformen sich Kunststoffbauteile bei gleicher Belastung deutlich mehr, als bei kühlen Bedingungen.
4. Sowohl Klebeverbindungen als auch Bitumenverschweißungen können durch Alterungsprozesse über die Standzeit verspröden. Diese Effekte müssen im Fall eines experimentellen Nachweises berücksichtigt werden.
5. Ziehende Kräfte an der Verbindung werden über die Lebensdauer mit unterschiedlicher Intensität mit großer Häufigkeit auftreten. Über die Ermüdungsfestigkeit von Klebungen/Verschweißungen liegen keine ausreichenden Erkenntnisse vor.
6. Dachfolien oder Bitumenbahnen sind je nach Windeinwirkungen in vielen Fällen nur lose auf die Schalung oder die Wärmedämmung aufgelegt. Mechanische Sicherungen gegen abheben findet man vereinzelt in den Dach-Rand- und Eckbereichen vor. Durch den Aufbau einer aufgeständerten Solaranlage werden die abhebenden Kräfte im Regelfall signifikant erhöht.

Bei an der Dachhaut verklebten Befestigungssystemen sind in den zurückliegenden Monaten bei starken Winden Schäden aufgetreten. In extremen Fällen wurde die komplette Anlage vom Dach geweht. Ein derartiger Schadensfall ist der Hintergrund, warum sich die Bauaufsichtsbehörden im Jahr 2010 mit der Thematik beschäftigt haben. In diesem Zusammenhang wurde das Deutsche Institut für Bautechnik damit beauftragt ein Hinweispapier zu erstellen, das alle baurechtlich relevanten Aspekte für die Herstellung, Planung und Ausführung von Solaranlagen zusammenfasst. Dieses wurde im Juli 2012 publiziert und kann unter nachstehendem Link abgerufen werden.

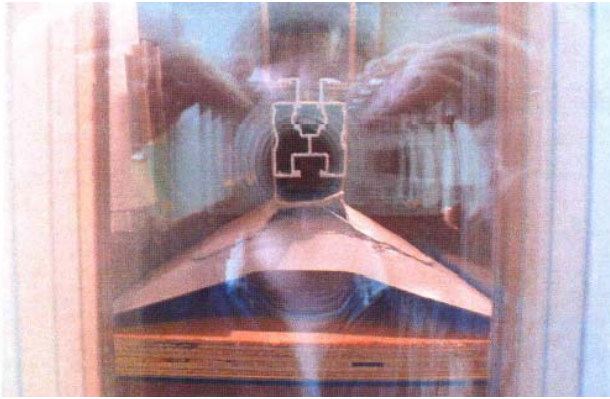
[www.dibt.de/de/Fachbereiche/Data/Hinweise\\_Solaranlagen\\_Juli\\_2012.PDF](http://www.dibt.de/de/Fachbereiche/Data/Hinweise_Solaranlagen_Juli_2012.PDF)

In Kapitel 2.1.5 heißt es im Wortlaut:

***„Die Verwendbarkeit von Befestigungen durch eine adhäsive Verbindung (Verklebung, Verschweißung) mit der Dachhaut muss durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen werden. Bei dieser Befestigungsvariante müssen die einzuleitenden Zug- und Schubkräfte durch alle Schichten der Gebäudehülle hindurch dauerhaft in die tragende Konstruktion des Gebäudes weitergeleitet werden.“***

Beim Entstehungsprozess einer bauaufsichtlichen Zulassung müssen die zuvor genannten Punkte 1-6 auf Grundlage von wissenschaftlichen Untersuchungen, speziellen Berechnungen unter Berücksichtigung aller klimatischen Bedingungen und Alterungsprozesse umfassend nachgewiesen werden, bevor eine Zulassung erteilt werden kann. Da in dieser Fragestellung die Grundlagenforschung fehlt, die bei anderen Baustoffen und Bauarten verfügbar ist, kann es sich dabei um einen sehr langwierigen Prozess handeln.

Eine häufig anzutreffende Argumentation ist, dass Verklebungen oder Verschweißungen von Dachbahnen im Dachdeckerhandwerk schon seit vielen Jahren stand der Technik sind. Das trifft insofern zu, dass diese keinen planmäßigen Lasten außer gleichmäßig verteilten Beanspruchungen aus Temperaturdehnung unterliegen. Punktuelle Lasteinleitungen mit lokalen Spannungsspitzen können nicht als Stand der Technik betrachtet werden.



**Bild 3** Zugversuch bei einer Temperatur von 80° C

Bild 3 zeigt einen Zugversuch in einer Klimakammer bei einer Temperatur von 80°. Als wesentliche Erkenntnis ist daraus abzuleiten, dass bei hohen Temperaturen mit der Belastung erhebliche Verformungen einhergehen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht reversibel sind. Des Weiteren ist anhand der Verformungsfigur deutlich nachvollziehbar, dass Spannungskonzentrationen mit ausgeprägter Schälwirkung am Anschluss zwischen der Lasche und der Dachfolie auftreten. Die zuvor verwendeten Begrifflichkeiten sollen nachfolgend exemplarisch anhand eines Schadenfalls aus dem Herbst 2013 verdeutlicht werden. Entsprechend Bild 4 handelt es sich dabei um ein aerodynamisch optimiertes System mit Rückwandblechen, bei dem hintereinander angeordnete Reihen durch Metallbänder miteinander verbunden sind. Über diesen Metallbändern ist über die gesamte Länge eine verklebte Lasche aus Folie angeordnet (Bild 5). Bei der ersten und letzten Reihe sind die Metallanschlüsse in einer Art Folientasche eingelegt.



**Bild 4** aufgeständertes System



**Bild 5** Klebelaschen über Verbindungsblechen



**Bild 6** Anschlussdetail



**Bild 7** lokale Ablösung der Klebelasche durch Schalen



Bild 6 verdeutlicht den Übergang zwischen Klebelasche, Metallstreifen und dem Gestell im Anschlussbereich. In den Abbildungen 7-9 sind generell drei unterschiedliche Versagensformen zu erkennen. Bild 7 zeigt ein lokales Ablösen der Klebelasche, was sicherlich auch durch die geringe Biegesteifigkeit des Flachblechs begünstigt wurde. In Bild 8 ist ein großflächiges Ablösen der Klebelasche dargestellt. Anhand der hellen Verfärbungen auf der Unterseite der Klebelasche kann vermutet werden, dass diesem Stadium der Zustand in Bild 7 vorausgegangen ist. Bild 9 verdeutlicht ein Versagen durch Reißen der Folienlasche. Auch hier dürfte ein lokales Ablösen durch Schälspannungen vorausgegangen sein. Begünstigend können sich hier auch Effekte wie Verschmutzung in der Klebefuge oder Alterungsprozesse an der Folienoberfläche vor dem Kleben auswirken.



**Bild 8** großflächige Ablösung der Klebe-Lasche



**Bild 9** Versagen durch Reißen der Klebelasche

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Verklebungen von Solargeneratoren auf Folienendächern oder Verschweißungen an Bitumenbahnen aufgrund unzureichender Erfahrung mit planmäßiger Zug- und Schubbelastung ein erhebliches Risiko darstellen, welches auch aus der baurechtlichen Forderung nach Gewährleistung der Standsicherheit nicht hinnehmbar ist. Zwingende Voraussetzung ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt).

Neben der örtlichen Tragfähigkeit der Verbindung ist auch ein großflächiges Abheben der gesamten Dachbahn inklusive Photovoltaikanlage zu betrachten, sofern diese nicht flächig verklebt ist.

C. Zapfe

