

**BITTE FÜLLEN SIE DEN FRAGEBOGEN VOLLSTÄNDIG AUS  
BEI NICHT VOLLSTÄNDIG AUSGEFÜLLTEM FRAGEBOGEN  
KÖNNEN WIR KEINE HAFTUNG MEHR ÜBERNEHMEN!**

Basis-Information

Firma	
Ansprechpartner	
Telefon	
Email	

Für Projektname:

Projektbezeichnung	
Standort-Straße:	
PLZ-ORT	

Für Standort:

Standorthöhe über Meeresspiegel:	
Gebäudehöhen:	
Gebäudemaße: ( Länge x Breite )	
Attikamaße: ( Höhe x Breite )	
Dachneigung in Grad:	
Dachoberfläche (Folie, Bitumen, Kies,Begrünung etc.)	
<b>(*) Haftreibungswert: Reibwert der Dachoberfläche</b>	

Für Module

PV-Modul Hersteller:	
PV-Modul-Maße (LxBxH):	
PV-Modul-Gewicht:	
Für das Dach zulässiges Gewicht des PV-Systems[kg/m <sup>2</sup> ]	
Abstand siehe Seite 2 oder 3 bitte Abb. angeben	

<u>Für DE:</u>	
Windlastzone:	
Schneelastzone:	
Geländekategorie (1-4)	

**(\*) Wird bei Auftrag dringend notwendig, da wir dann einen genauen Wert brauchen, um einen aktuellen Ballastplan erstellen zu können.**

Bei Angebote werden im Kalkulator nur Werte der Fa. BSW (Hersteller von Bautenschutzmatte) übernommen, diese Werte sind nur für Kalkulationszwecke gedacht.

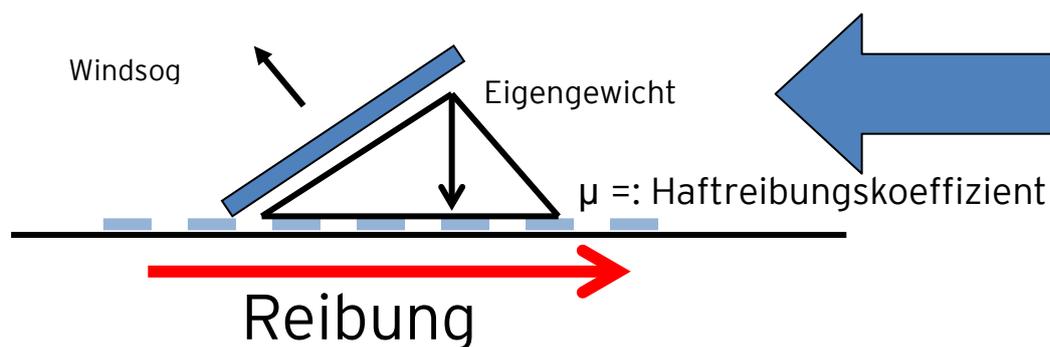
# Empfehlung für anzusetzenden Haftreibungskoeffizienten bei ballastierten Solaranlagen

## 1. Worum geht es?

In den letzten Jahren wurden immer mehr dachdurchdringungsfreie Montagesysteme für Solaranlagen angeboten. Die Lagesicherheit dieser Montageart wird durch das Eigengewicht und zusätzlichen Ballast erreicht. Voraussetzung für diese Montageart ist, dass das Gebäude genügend Traglastreserven für die Anlage und den notwendigen Ballast hat sowie der Schichtaufbau der Dachkonstruktion entsprechend geeignet ist. Gerade moderne Industriedächer besitzen nur geringe Traglastreserven. Daher wurden die Systeme aerodynamisch optimiert, um die notwendige Ballastierung so gering wie möglich ausbilden zu können. Ein maßgeblicher Einfluss auf die Lagesicherheit dieser Anlagenart ist das Zusammenspiel der Dachhaut, der Bautenschutzmatte und der Anlage selbst. Daher ist durch den Errichter einer Solaranlage die Einhaltung des in der statischen Bemessung angesetzten Haftreibungskoeffizienten vor Ort zu ermitteln und sicherzustellen. Eine Arbeitsgruppe innerhalb der Fachgruppe Bautechnik des Bundesverband Solarwirtschaft hat hierzu Empfehlungen erarbeitet und im Verband abgestimmt.

## 2. Haftreibung bei ballastierten Solaranlagen

Für den Standortnachweis einer Solaranlage sind neben Standsicherheitsnachweisen auch Nachweise zur Lagesicherheit zu führen. Dabei müssen die Anlagen sowohl gegen Abheben, Umkippen als auch Verschieben ausreichend gesichert sein. Ein wesentlicher Einflussfaktor der Lagesicherheitsnachweise ist der Haftreibungskoeffizient zwischen Solaranlage und Dach.



Berühren sich zwei Körper in einem einzelnen Punkt oder an einer spezifischen Fläche, tritt an diesen Berührungspunkten Haftreibung bedingt durch die Rauheit der Körper auf. Die Reibung wird als Haftreibung bezeichnet, wenn beide Körper an den Berührungsflächen ruhen. Wenn die aufzunehmende Schubkraft größer wird, als die maximale Haftreibungskraft, dann kann kein statisches Gleichgewicht mehr hergestellt werden und der Körper fängt an zu gleiten. Dieser Zustand muss bei Solaranlagen ausgeschlossen werden, da sich die Anlage nicht bewegen darf. Die Haftreibungskraft wirkt entgegen der zu verhindernden Bewegungsrichtung und ist proportional zur Auflagerkraft (Normalkraft), die den einen Körper gegen den anderen drückt und zum Haftreibungskoeffizienten  $\mu_h$  führt.

Bedingung für den Ruhezustand des Körpers:

$R_h \leq \mu_h \cdot N$  mit  $R_h$ : Verschiebende Kraft tangential zur Gleitebene  
 $\mu_h$ : Haftreibungskoeffizient  
 $N$ : Normalkraft senkrecht zur Gleitebene abhängig vom Gewicht der Anlage inkl. Ballastierung und dem Windsog.

Der Haftreibungskoeffizient ist abhängig von den verwendeten Baustoffen, der Oberflächenbeschaffenheit (rau, glatt, nass, trocken, verschmutzt, verwittert), der Temperatur, dem Alter und dem allgemeinen Zustand der Dachabdichtung. Diese Faktoren müssen jeweils in die Betrachtung der Haftreibungskoeffizienten mit einbezogen werden und gegebenenfalls zu Abschlägen führen. Eine Beurteilung des vorhandenen anzusetzenden Haftreibungskoeffizienten für den Nachweis der Lagesicherheit ist ohne Überprüfung vor Ort nicht möglich. Durch eine gründliche und vollflächige Reinigung des Daches können die Reibbeiwerte im Regelfall deutlich verbessert werden.

### 3. Empfohlene Haftreibungskoeffizienten

Die vorliegende Tabelle stellt eine Empfehlung dar, welche Haftreibungskoeffizienten bei unterschiedlichen Kombinationen aus Bautenschutzmatte des Montagesystems und Dachabdichtung angesetzt werden können. Grundlage hierfür sind Untersuchungen der verschiedenen Hersteller bzw. Zulieferer. Weitere Materialkombinationen sind möglich, entsprechende Empfehlungen sind durch den Hersteller anzugeben bzw. können nach Punkt 4 ermittelt werden.

$\mu_h$ trocken/nass Abdichtung	Vlies* (Polyester)	Bautenschutzmatte (gummibasiert)	Bautenschutzmatte alukaschiert
PVC-P	<b>0,2</b>	<b>0,5**</b>	<b>0,5</b>
FPO (auf Basis PE oder PP)			
EVA			<b>0,3</b>
Polypropylen	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>
Bitumenelastomer / Polymerbitumen			<b>0,7</b>
EPDM	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>

Tabelle 1: Haftreibungskoeffizienten

\* Vlies ist nur bedingt zu empfehlen aufgrund Verrottungsgefahr

\*\* Nur bei Freigabe des Herstellers der Dachabdichtung bzgl. chemischer Verträglichkeit (Weichmacherwanderung)

Die Tabelle1 bezieht sich nur auf die Reibungsebene zwischen Dachhaut und Bautenschutzmatte. Eine ausreichende Haftreibung oder Fixierung zwischen Montagesystem und Bautenschutzmatte ist durch den Hersteller des

Montagesystems sicherzustellen bzw. sind hier vom Hersteller entsprechende Haftreibungskoeffizienten anzugeben.

#### **4. Vorortuntersuchung**

Die oben genannten Haftreibungskoeffizienten stellen eine Empfehlung für den Standardfall dar. In Abhängigkeit von den individuellen Projektanforderungen sind darüber hinaus Vorortuntersuchungen empfehlenswert. Diese sollten vor allem dann durchgeführt werden, wenn keine Kenntnis zu der eingesetzten Abdichtung vorliegt. Die Durchführung der Versuche ist im Prüfprotokoll „Bestimmung Haftreibungsbeiwert auf Flachdächern“ detailliert aufgeführt und ist als Empfehlung des BSW-Solar zu verstehen.

Die Durchführung der Versuche erfolgt in Anlehnung an DIN EN ISO 8295 Kunststoffe - Folien und Bahnen - Bestimmung der Reibungskoeffizienten, Ausgabe Oktober 2004.

Zur Erzielung von verwertbaren Versuchsergebnissen ist die Dachfläche an den Messstellen in der gleichen Art und Weise zu reinigen, wie es für die Gesamtausführung der Solaranlage vorgesehen ist.