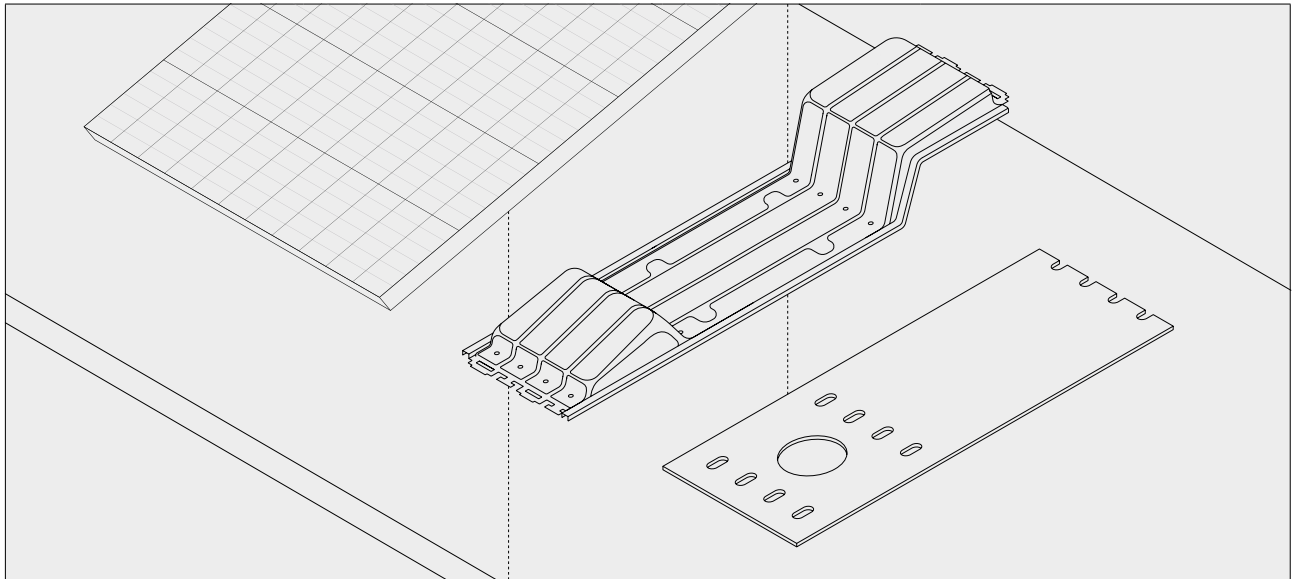


**!** Bitte füllen Sie alle Felder **vollständig** aus, da wir anderenfalls **keine Haftung** übernehmen können.



Basis-Information		Projekt	
Firma		Projektbezeichnung	
Ansprechpartner			
Telefon		Standort, Straße	
E-Mail		PLZ, Ort	
<b>Standort</b>			
Standorthöhe über Meeresspiegel			
Windlastzone			
Schneelastzone			
Geländekategorie (1-4)			
<b>Module</b>			
PV-Modul Hersteller			
PV-Modul-Maße (Länge x Breite x Höhe)			
PV-Modul-Gewicht			
Für das Dach zulässiges Gewicht des PV-Systems [kg/m <sup>2</sup> ]			



Haben Sie Fragen?  
Bitte kontaktieren Sie uns.

+49 7144 85 87 50  
[solarlines@benz-alusysteme.com](mailto:solarlines@benz-alusysteme.com)  
[benz-alusysteme.com](http://benz-alusysteme.com)

! Bitte füllen Sie alle Felder **vollständig** aus, da wir anderenfalls **keine Haftung** übernehmen können.

<b>Gebäude</b>		
Gebäudehöhe		
Gebäudemaße (Länge x Breite)		
Attikamaße (Höhe x Breite)		
Dach- und Modulneigung in Grad		
Dachoberfläche (Folie, Bitumen, Kies, Begrünung etc.)		
*Haftreibungswert (Reibwert der Dachoberfläche)		
**First oder Regenkehle		
<b>Dachumriss (Flachdach)</b>		
**Bei First oder Regenkehle - <b>Bitte Maße angeben</b>	a	
	b	
	c	

\*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 Bautenschutzmatten**) übernommen, diese Werte sind nur für Kalkulationszwecke gedacht.



Haben Sie Fragen?  
Bitte kontaktieren Sie uns.

+49 7144 85 87 50  
[solarlines@benz-alusysteme.com](mailto:solarlines@benz-alusysteme.com)  
[benz-alusysteme.com](http://benz-alusysteme.com)

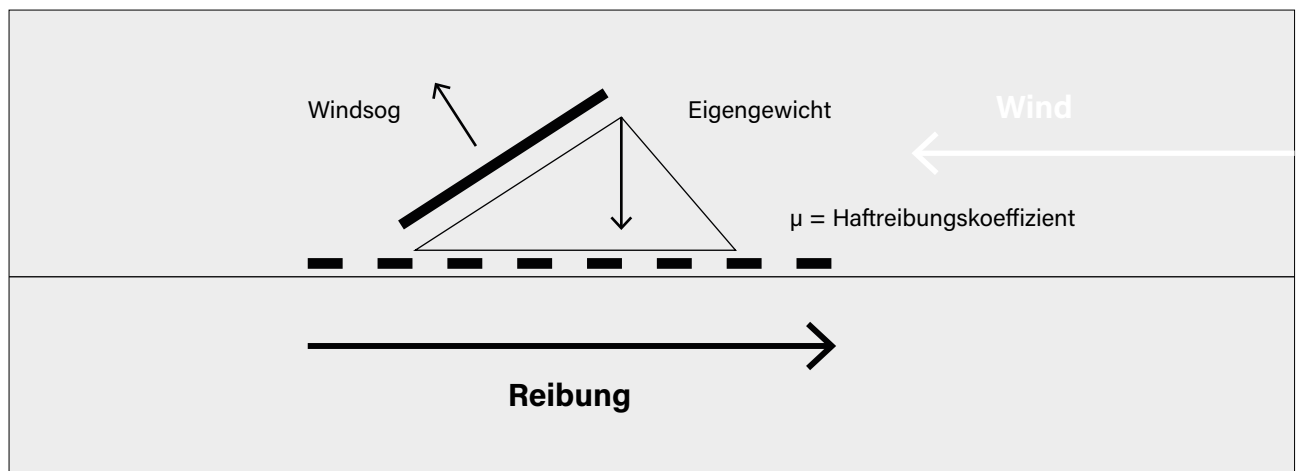
# EMPFEHLUNG FÜR ANZUSETZENDEN HAFTREIBUNGSKOEFFIZIENTEN BEI BALLASTIERTEN SOLARANLAGEN

## 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 der 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  $\mu_n$  führt.



Haben Sie Fragen?  
Bitte kontaktieren Sie uns.

+49 7144 85 87 50  
[solarlines@benz-alusysteme.com](mailto:solarlines@benz-alusysteme.com)  
[benz-alusysteme.com](http://benz-alusysteme.com)

# EMPFEHLUNG FÜR ANZUSETZENDEN HAFTREIBUNGSKOEFFIZIENTEN BEI BALLASTIERTEN SOLARANLAGEN

## Bedingung für den Ruhezustand des Körpers:

$R_h \leq \mu_h \times N$ 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	Viles* (Polyester)	Bautenschutzmatte (gummibasiert)	Bautenschutzmatte (alukaschiert)
PVC-P	0,2	0,5**	0,5
FPO (auf Basis PE oder PP)			
EVA			
Polypropylen			0,3
Bitumenelastomer / Polymerbitumen	0,6	0,6	0,2
EPDM	0,6	0,6	0,7

\* Vlies ist, aufgrund von Verrottungsgefahr, nur bedingt zu empfehlen

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

Die Tabelle 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.



Haben Sie Fragen?  
Bitte kontaktieren Sie uns.

+49 7144 85 87 50  
[solarlines@benz-alusysteme.com](mailto:solarlines@benz-alusysteme.com)  
[benz-alusysteme.com](http://benz-alusysteme.com)

# EMPFEHLUNG FÜR ANZUSETZENDEN HAFTREIBUNGSKOEFFIZIENTEN BEI BALLASTIERTEN SOLARANLAGEN

## 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.



Haben Sie Fragen?  
Bitte kontaktieren Sie uns.

+49 7144 85 87 50  
[solarlines@benz-alusysteme.com](mailto:solarlines@benz-alusysteme.com)  
[benz-alusysteme.com](http://benz-alusysteme.com)