



# BIPV-MERKBLATT – VHF

## BAUWERKINTEGRIERTE PHOTOVOLTAIK ALS VORGEHÄNGTE HINTERLÜFTETE FASSADE

Stand: November 2022

## INHALT

1	Einleitung .....	3
2	Übersicht – in vorgehängte hinterlüftete Fassaden integrierte PV .....	4
3	BIPV-Module in vorgehängten hinterlüfteten Fassaden .....	5
3.1	Anforderungen an BIPV-Module .....	5
3.2	Anforderungen an die Unterkonstruktion .....	5
3.3	Befestigung der BIPV-Module an der Unterkonstruktion .....	6
4	BIPV-Anlagen als vorgehängte hinterlüftete Fassaden .....	7
4.1	Standortrelevante Aspekte .....	7
4.2	Konstruktionsrelevante Aspekte .....	8
4.3	Brandschutz- und havarierelevante Aspekte .....	9
4.4	Systemspannungen .....	9
4.5	Anschluss an das Netz .....	10
4.6	Solargenerator und Wechselrichter .....	10
5	Betrieb von BIPV-Fassaden .....	11
6	Begriffe .....	12
7	Literaturhinweise .....	13
	Impressum .....	15



## 1 EINLEITUNG

Fassaden und Dächer bieten ein großes, umweltfreundliches Potenzial zur Nutzung der Solar-energie. So leisten energieaktive Gebäudehüllen mit bauwerkintegrierter Photovoltaik (BIPV) einen Beitrag zum nachhaltigen Bauen und zur Dekarbonisierung, zur Senkung der Betriebskosten des Bauwerks und zur Refinanzierung der Gebäudehülle.

Die vorgehängte hinterlüftete Fassade (VHF) ist eine weitverbreitete Bauart der Gebäudehülle im Industrie- und Bürobau sowie im mehrgeschossigen Wohnungsbau. Die mehrschalige Außenwandkonstruktion ist durch eine Luftschicht zwischen dem gedämmten Gebäude und der nichttragenden Fassadenbekleidung gekennzeichnet, welche die Fassade vor Wind und Wetter schützt und auftretende Feuchtigkeit und Wärme abführt.

Die Anforderungen an BIPV in VHF unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht von jenen an konventionelle Photovoltaik-Module (PV-Module), beispielsweise bezüglich der Stand- und Brand-sicherheit und der mechanischen Beanspruchbarkeit. BIPV-Module sind als Bauprodukt integraler Bestandteil der Fassade und als stromerzeugendes Betriebsmittel eine Komponente der Anlagentechnik. Sie sind sowohl funktionale, konstruktive und gestalterische als auch elektrische Komponenten der Gebäudehülle und unterliegen als Stromgenerator elektrotechnischen Anforderungen sowie als Bauprodukt bauordnungsrechtlichen Vorschriften.

In diesem Merkblatt sind die wesentlichen Anforderungen an vorgehängte hinterlüftete BIPV-Fassaden und deren Komponenten dargestellt. Damit werden Architekten, Planern, Fassaden-Fachverlegern sowie Herstellern und Vertreibern aller Komponenten der VHF Qualitäts- und Sicherheitshinweise zur Planung, Bemessung und Ausführung von BIPV-Fassaden als VHF gegeben.

Der Anwendungsbereich dieses Merkblatts sind BIPV-Module mit Glasdeckschichten nach der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) und BIPV-Fassaden, ausgebildet als VHF im Regelungsbereich von DIN 18516, Teil 1, bestehend aus Verbundglas (VG) oder Verbund-Sicherheitsglas (VSG) nach DIN 18008, Teil 1.

Darüber hinaus können BIPV-Module ohne Glas, z. B. photovoltaisch aktive Sandwichelemente mit Kunststoffdeckschichten, in der VHF mit eigenen Verwendbarkeits- und Anwendbarkeits-nachweisen eingesetzt werden. Da es hierfür nur wenige Produkte gibt, wird im Folgenden darauf nicht weiter eingegangen.

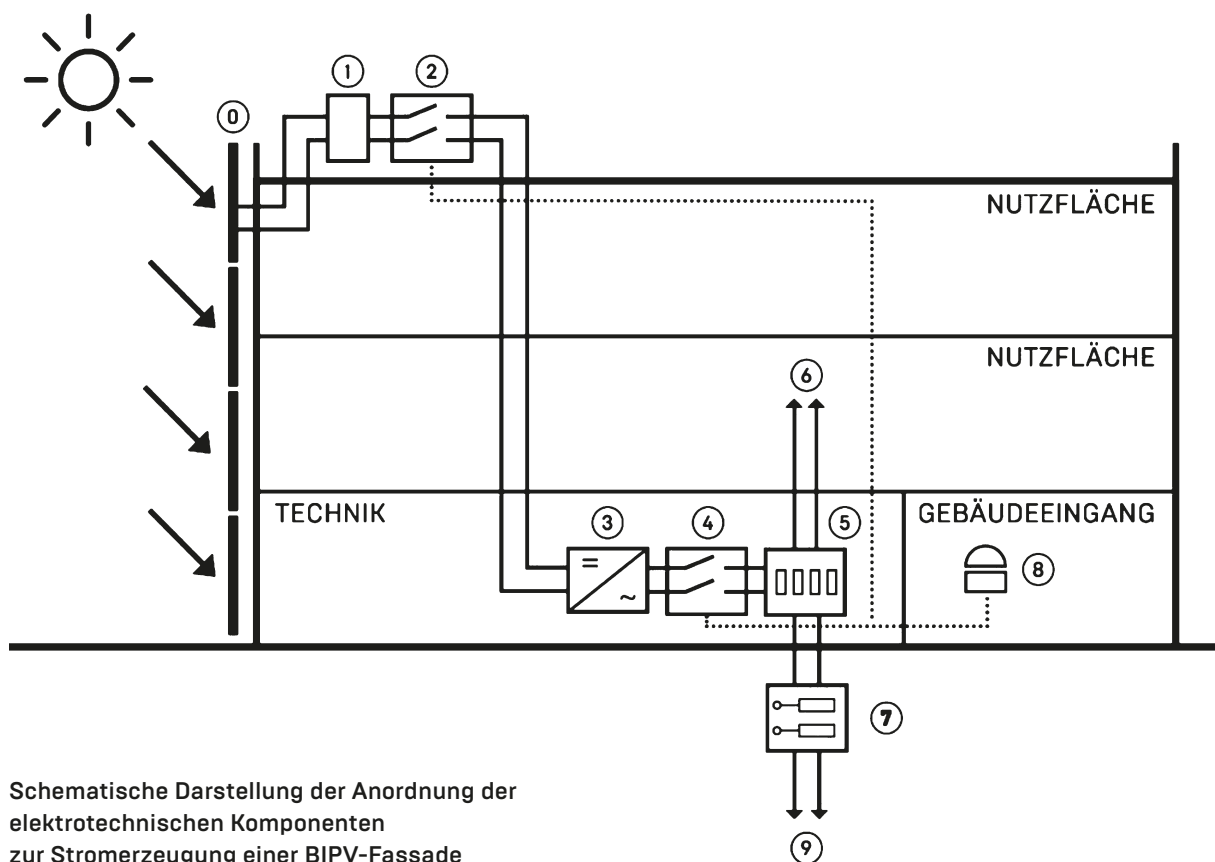
Dieses Merkblatt berücksichtigt den deutschen Rechtsrahmen zur Integration von BIPV-Modulen in vorgehängte hinterlüftete Fassaden. In anderen Nationalstaaten sind dort geltende Regelwerke zu beachten.

## 2 ÜBERSICHT – IN VORGEHÄNGTE HINTERLÜFTETE FASSADEN INTEGRIERTE PV

Photovoltaisch aktive, vorgehängte hinterlüftete Fassaden (VHF) bestehen aus den folgenden Bestandteilen:

- Verankerungsgrund (z. B. Außenwand)
- gegebenenfalls Wärmedämmung
- Unterkonstruktion inkl. Hinterlüftungsraum
- Verankerungs-, Verbindungs- und Befestigungselementen
- BIPV-Modulen als integrale Elemente des Bauwerks
- Solarkabeln und Steckverbindern
- Generatoranschlusskasten
- Gleichstromschalter (DC-Hauptschalter)
- Wechselrichter(n)
- Wechselstromschalter (AC-Trennschalter)
- Stromzähler.

In der Abbildung ist die Anordnung dieser Komponenten zur Stromerzeugung einer BIPV-Anlage als vorgehängte hinterlüftete Fassade schematisch dargestellt.



- 0: BIPV-Module, 1: Geräteanschlusskasten, 2: Gleichstromschalter, 3: Wechselrichter, 4: Wechselstromschalter, 5: Zähler, 6: Hausanschluss zum Verbraucher, 7: Hausanschluss zum Öffentlichen Netz, 8: Feuerwehrotschalter, 9: Netz

## 3 BIPV-MODULE IN VORGEHÄNGTEN HINTERLÜFTETEN FASSADEN

### 3.1 Anforderungen an BIPV-Module

Im Sinne dieses Merkblatts sind BIPV-Module elektrischen Strom erzeugende Komponenten der Fassade. Werden PV-Module im Gebäudebereich verwendet, sind bauordnungsrechtliche Produkt- und Anwendungsanforderungen zu beachten. Die allgemeinen Anforderungen der Landesbauordnungen (LBO) werden in der jeweiligen Umsetzung der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) konkretisiert. Diese verweist in weiten Teilen auf bestehende technische Regeln, insbesondere DIN-Normen, und enthält in ihren Anhängen auch eigene Regelungen.

BIPV-Module müssen die Anforderungen nach MVV TB, laufende Nummer B 3.2.1.25 bis B 3.2.1.27 erfüllen. Maßgebende Harmonisierungsrechtsvorschrift ist hierzu die Europäische Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU (Low Voltage Directive, LVD).

Die MVV TB verweist darüber hinaus

- in Abschnitt B 2.2.1.I auf vorgehängte Fassadenbekleidungen nach DIN 18516-1,
- in Abschnitt A 1.2.7.I auf Glaskonstruktionen nach der Normenreihe DIN 18008.

Werden BIPV-Module demontiert, müssen diese durch eine geeignete funktionale Fassadenkomponente ersetzt werden.

Weitergehende bauordnungsrechtliche Vorgaben zum Produkt und zur Anwendung finden sich im „Hinweispapier Technische Baubestimmungen für PV-Module als Bauprodukte und zur Verwendung in Bauarten“ der Allianz BIPV e. V.

Zur allgemeinen Planung und Ausführung von vorgehängten hinterlüfteten Fassaden wird auch auf die Veröffentlichungen des FVHF (Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e. V.) verwiesen.

### 3.2 Anforderungen an die Unterkonstruktion

Vorgehängte hinterlüftete BIPV-Fassaden sind allgemein in DIN 18516, Teil 1, geregelt und demnach zu planen, zu bemessen und auszuführen. Die Standsicherheit ist in Verbindung mit den zu verwendenden Modulen und dem Standort des Objektes nachzuweisen. Dabei sind die in den Technischen Baubestimmungen eingeführten, allgemein geltenden Normen zu den Einwirkungen zu berücksichtigen.

Die Unterkonstruktion besteht häufig aus Aluminium nach DIN EN 1999-1-1, alternativ aus Holz, bestimmten Metallen nach DIN 18516-1 oder faserverstärkten Kunststoffen und Kombinationen aus diesen Werkstoffen. Bei Bauteilen aus nichtrostenden Stählen ist die Zulassung Z-30.3-6 zu beachten, bei den faserverstärkten Kunststoffen sind spezifische Verwendbarkeitsnachweise erforderlich. Objektbezogen sind bei der Planung, statischen Bemessung, konstruktiven Ausführung und Wahl der Materialien die örtlichen Gegebenheiten und Einflüsse zu berücksichtigen. Örtliche Gegebenheiten sind zum Beispiel der Verankerungsgrund, die Verankerungsachsen, die Achsmaße, Niederschläge, mögliche Feuchte der Außenluft, Schadstoffe wie zum Beispiel Chloride, Tauwasserbildung sowie stehendes Wasser.

### 3.3 Befestigung der BIPV-Module an der Unterkonstruktion

Wesentliche Anforderungen zur Befestigung der Module mit Glasdeckschichten als vorgehängte hinterlüftete Fassade resultieren u. a. aus DIN 18008, Teile 1 bis 3. Wenn in der Folge über Verglasungen geschrieben wird, sind BIPV-Module mit Glasdeckschichten eingeschlossen. Nach DIN 18008, Teil 1, müssen Verglasungskonstruktionen so bemessen und ausgebildet sein, dass sie mit angemessener Zuverlässigkeit allen Einwirkungen, die während ihrer vorgesehenen Nutzung planmäßig auftreten, standhalten und gebrauchstauglich bleiben. Hierzu zählt neben dem Nachweis des intakten Zustandes auch die Betrachtung von Ausfallszenarien, beispielsweise Glasbruch.

An BIPV-Fassaden werden daher Anforderungen hinsichtlich der Resttragfähigkeit gestellt. Die Resttragfähigkeit ist stets Teil des Sicherheitskonzeptes. Unter Resttragfähigkeit wird die Fähigkeit einer Verglasungskonstruktion verstanden, im Falle eines festgelegten Zerstörungszustandes unter definierten äußeren Einflüssen über einen längeren Zeitraum stand sicher zu bleiben. Solche Einflüsse sind zum Beispiel Einwirkungen aus Last oder Temperatur. Die Anforderungen an die Resttragfähigkeit können durch die Einstufung der BIPV-Module als Verbund-Sicherheitsglas (VSG) im Sinne der Normenreihe DIN 18008 erfüllt werden.

BIPV-Module können an der Unterkonstruktion linien- oder punktförmig gelagert befestigt werden.

DIN 18008, Teil 2, beinhaltet die Bemessungs- und Konstruktionsregeln für linienförmig gelagerte Verglasungen. Dieser Teil der Normenreihe DIN 18008 gilt in Verbindung mit DIN 18008, Teil 1, für Verglasungen, die entweder an mindestens zwei Seiten mit mechanischen Verbindungsmitteln (z. B. mit verschraubten Pressleisten, Glasleisten) und einem Mindestglaseinstand von 10 mm gelagert sind. Die linienförmige Lagerung muss beidseitig (Druck und Sog) normal zur Scheibenebene wirksam sein. Dabei muss bei mehrscheibigem Aufbau die linienförmige Lagerung für alle Scheiben nachgewiesen sein.

DIN 18008, Teil 3, beinhaltet die Bemessungs- und Konstruktionsregeln für die punktförmige Lagerung von Glas. In diesem Fall werden die Gläser ausschließlich durch mechanische Halterungen formschlüssig befestigt. Unter punktförmigen Haltern sind hier Klemm- und Tellerhalter zu verstehen. Klemmhalter werden ohne Bohrungen am Rand beziehungsweise an den Ecken der Verglasung angeordnet. Tellerhalter werden durch zuvor ausgeführte Glasbohrungen geführt.

Verlässt die geplante Konstruktion, zum Beispiel aufgrund der Glasauswahl, den Anwendungs- bzw. Regelungsbereich der Normenreihe DIN 18008, so sind die in den Landesbauordnungen vorgesehenen Verwendbarkeits- und Anwendbarkeitsnachweise einzuhalten.

Eine weitere Möglichkeit der Befestigung von BIPV-Modulen an der Unterkonstruktion sind strukturelle Klebungen. Da diese von den eingeführten Technischen Baubestimmungen abweichen, sind entsprechende Verwendbarkeits- und Anwendbarkeitsnachweise notwendig. Grundlage für die Verwendbarkeitsnachweise ist die European Technical Approval Guideline (ETAG) 002, Teile 1 bis 3.

*Bemerkung:*

*Die ETAG 002 befindet sich derzeit im Umwandlungsprozess zu einem European Assessment Document (EAD) als Grundlage für die Erteilung eines European Technical Assessment (ETA).*

Im Anwendbarkeitsnachweis kann die Überwachung der Herstellung der BIPV-Fassade in Anlehnung an die „Muster-Verordnung über die Überwachung von Tätigkeiten mit Bauprodukten und Bauarten (MÜTVÖ)“ gefordert werden.

Weiterführende Hinweise finden sich im Hinweispapier der Allianz BIPV e. V. „Technische Baubestimmungen für PV-Module als Bauprodukte und zur Verwendung in Bauarten“.

## **4 BIPV-ANLAGEN ALS VORGEHÄNGTE HINTERLÜFTETE FASSADEN**

Auf die weiteren, in Abschnitt 2 genannten einzelnen Komponenten einer BIPV-Anlage wird nachfolgend eingegangen, wenn spezifische Planungs- und Ausführungsaspekte der Komponenten in der vorgehängten hinterlüfteten Fassade zu beachten sind. Bezüglich allgemeingültiger Aussagen wird dagegen auf die Begriffsdefinitionen in Abschnitt 6 und auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen.

### **4.1 Standortrelevante Aspekte**

Bereits bei der Planung sind gebäudespezifische Einflussgrößen zu berücksichtigen. Versprünge, Überbauten wie Dachüberstände sowie Balkone und verwinkelte Baukörper, aber auch wachsende Vegetation, können Schatten auf die BIPV-Module werfen, die die Leistung der gesamten BIPV-Fassade beeinflussen. Eine im Voraus erstellte Schatten- und Umgebungsanalyse hilft, Einbußen im Stromertrag der BIPV-Fassade und Stressfaktoren für die Systembauteile durch Verschattungen und Reflexionen (Blendungen) zu vermeiden.

Nach den eingeführten Technischen Baubestimmungen sind standortspezifisch alle Lastwirkungen, wie z. B. für Wind (DIN EN 1991-1-1-4 + NA), Schnee und Eis (DIN EN 1991-1-3 + NA), gegebenenfalls außergewöhnliche Einwirkungen wie Erdbeben (DIN EN 1991-1-7 + NA), zu berücksichtigen.

Zu beachten ist der Einfluss von Temperatur, Luftfeuchte, im Besonderen Chloriden und anderen korrosiven Medien in der Umgebungsluft auf die Konstruktion der Fassade.

Standortkonkret sind städtebauliche Vorgaben wie Bebauungspläne, Gestaltungssatzungen, Denkmalschutzrecht und gegebenenfalls weitere Vorgaben zu beachten.

### 4.2 Konstruktionsrelevante Aspekte

BIPV-Module unterscheiden sich in Erscheinungsbild und Flächenleistung. Bei der Planung einer BIPV-Fassade sind neben den Flächenleistungen in  $W_{\text{Peak}}/\text{m}^2$  der Module gestalterische Aspekte zu beachten. Eine frühzeitige Festlegung der Technologie der Module ist erstrebenswert, da dies Einfluss auf die Fassadengestaltung, wie zum Beispiel Farbe und Fugenbild, Glasbemessung sowie die Gebäudetechnik hat. Zum Umsetzen gestalterischer Ansprüche können statt solaraktiver BIPV-Module auch Dummies eingesetzt werden. Das sind beispielsweise inaktive Module oder optisch angepasste Glaselemente.

Die erforderlichen Glasarten und Glasstärken sind objektbezogen festzulegen.

BIPV-Module sind entsprechend den Vorgaben der Hersteller auf der Baustelle zu lagern und zu montieren.

Alle Bestandteile der BIPV-VHF sind zwängungsfrei und unter Berücksichtigung der werkstoffspezifisch bedingten Längenänderungen durch Temperatur und Feuchte anzubringen.

Das Tragen oder Herablassen der BIPV-Module am Anschlusskabel ist unzulässig. Die Anschlusskabel, die aus der Anschlussdose führen, dürfen bei Transport, Montage und während des Betriebes nicht mechanisch belastet werden, sonst können sich interne Verbindungen lösen.

Die Steckverbinder an den Anschlusskabeln der PV-Module sind auf der Baustelle mit einer Schutzkappe gegen Staub, Nässe und Verschmutzung zu schützen, da sonst Feuchtigkeit und Staub in die Steckverbindung eindringen und kein einwandfreier Kontakt zwischen den BIPV-Modulen garantiert werden kann. Die Steckverbinder dürfen ohne spezielles Werkzeug nicht geöffnet und unter elektrischer Last weder gesteckt noch getrennt werden. Steckverbinder müssen so in der Unterkonstruktion verbaut werden, dass sie dauerhaft vor Feuchte geschützt sind. Wasserführende Ebenen sind zu beachten.

Der Kreuzverbau, das heißt das Verbinden von Steckverbindern unterschiedlicher Hersteller und Typen innerhalb einer BIPV-Fassade, ist unzulässig. Es können sonst Kontaktprobleme bis hin zur Entstehung von Lichtbögen auftreten (mögliche Brandgefahr).

In BIPV-Fassaden dürfen nur zugelassene Solarkabel verwendet werden. Zum zugfreien Verlegen der Solarkabel ist eine geeignete horizontale und vertikale Kabelführung, zum Beispiel in Kabelbrücken, vorzusehen. Das Überbrücken von Brandsperren und Brandabschnitten erfordert besondere Brandschutzmaßnahmen.

Alle elektrischen Komponenten, wie zum Beispiel Anschlussdose, Solarkabel, Steckverbinder, Modulwechselrichter, Geräteanschlusskasten, dürfen zum Vermeiden einer Überhitzung nicht in die Wärmedämmung der Fassade eingebaut werden.

### 4.3 Brandschutz- und havarierelevante Aspekte

Welche Klassifizierung des Brandverhaltens von BIPV-Modulen in der konkreten Einbausituation notwendig ist, regeln die Landesbauordnungen. Wird ein nichtbrennbares Fassadensystem gefordert, muss ein objektspezifisches Brandschutzkonzept erstellt werden, welches ein Bestandteil des Bauantrages ist. Auch für andere Anwendungsfälle wird die Erstellung eines objektspezifischen Brandschutzkonzeptes empfohlen. Nach der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen sind Außenwandkonstruktionen mit geschossübergreifenden Hohl- oder Lufträumen wie bei hinterlüfteten Außenwandbekleidungen, z. B. als BIPV-Fassaden nach DIN 18516, Teil 1, gegen die Brandausbreitung besondere brandschutztechnische Vorkehrungen zu treffen. Dabei können Anforderungen an den Brandschutz durch flankierende Maßnahmen wie z. B. Brandsperren, Sprinkleranlagen, zusätzliche Rettungswege erfüllt werden.

Für Gebäude ab Gebäudeklasse (GK) 4 stellen Brandsperren eine mögliche Maßnahme dar. Sie behindern die Brandausbreitung im Hinterlüftungsraum. Für Gebäude der GK 1 bis 3 sind keine besonderen Vorkehrungen zu treffen, soweit nicht abweichend geregelt.

Einen Überblick zu brandschutzrelevanten Aspekten bei BIPV-Anlagen bietet die Checkliste der Allianz BIPV e. V. „Brandsicherheit für bauwerkintegrierte PV-Anlagen (BIPV)“.

Die Lebensdauer von BIPV-Fassaden ist wesentlich von der fachgerechten Planung und Ausführung abhängig. Es wird empfohlen, Möglichkeiten der Revision vorzusehen, um im Bedarfsfall PV-Elemente in VHF-Konstruktionen austauschen und elektrotechnische Wartungsarbeiten ausführen zu können.

Die BIPV-Fassade muss an die Blitzschutzanlage des Gebäudes, sofern vorhanden, angeschlossen werden.

### 4.4 Systemspannungen

Die maximale Systemspannung einer BIPV-Anlage wird durch den Planer festgelegt. Alle elektrischen Systemkomponenten müssen darauf abgestimmt sein.

Bei der elektrotechnischen Planung sollte ein Ziel sein, die Systemspannung möglichst gering zu halten. Typische PV-Anlagen können Systemspannungen von bis zu 1000 V<sub>DC</sub> aufweisen. Eine BIPV-Fassade ist jedoch eine Stromerzeugungsanlage, bei der nicht immer von vornherein ausgeschlossen ist, dass Personen in ihre Nähe oder sogar mit ihr in Berührung kommen. Um das Gefahrenrisiko durch Spannungsüberschlag im Falle von Beschädigungen der BIPV-Fassade (Unfälle, Wetterschäden und Ähnliches) möglichst gering zu halten, sollte die BIPV-Fassade idealerweise so konzipiert werden, dass bis zum Wechselrichter eine Systemspannung < 120 V<sub>DC</sub> (Schutzkleinspannung) eingehalten wird.

### 4.5 Anschluss an das Netz

Die Technischen Anschlussbedingungen (TAB) des Energieversorgungsunternehmens (EVU) müssen beachtet und eingehalten werden.

*Bemerkungen:*

*TAB orientieren sich im Allgemeinen an der VDE-AR-N 4105. Hier sind Anlagengrenzen, Anmeldung, Inbetriebnahme und Wartung geregelt.*

Die Anmeldung der BIPV-Fassade muss durch den Bauherrn mit dem verantwortlichen Elektroinstallateur beim zuständigen Netzbetreiber und im Marktstammdatenregister erfolgen.

Die Inbetriebnahme des Netzanschlusskabels bis zur Hausanschlusseinrichtung erfolgt gemäß § 14 der Niederspannungsanschlussverordnung (NAV) durch den Verteilnetzbetreiber (VNB).

### 4.6 Solargenerator und Wechselrichter

Zum Erreichen eines maximalen Ertrages ist zu empfehlen, in BIPV-Modulen gleicher Ausrichtung zur Sonne, die zu einem String verschaltet werden, nur Solarzellen gleichen Typs und gleicher Leistungsklasse zu verwenden.

Werden auf den Eingang eines Wechselrichters mehrere parallele Strings geschaltet, ist auf eine einheitliche Spannung dieser Strings zu achten.

Wechselrichter sollten in einem möglichst kühlen, gut belüfteten, nicht brandgefährdeten Abschnitt des Bauwerks installiert sein.

Eine Verschaltung und die Anordnung (horizontal, vertikal) der BIPV-Module soll entsprechend der Verschattungsanalyse erfolgen. Dadurch werden überproportionale Ertragsverluste und der Stress (Wärmebelastung) für die Bypassdioden reduziert.

## 5 BETRIEB VON BIPV-FASSADEN

Die Verwendung von hochwertigen, für den Einsatzzweck geeigneten Komponenten, verarbeitet nach dem Stand der Technik, schließt nicht aus, dass auch BIPV-Fassaden im Sinne einer Betriebsführung überwacht und gewartet werden müssen.

Zum reibungsfreien Betrieb von BIPV-Fassaden gehören

### ■ Erstprüfung

Vor Inbetriebnahme ist die dokumentierte elektrotechnische Prüfung der BIPV-Anlage vorgeschrieben.

### ■ Wartung und wiederkehrende Prüfungen

Regelmäßige Wartungsarbeiten sind Voraussetzung für einen ungestörten, ertragsverlustfreien und sicheren Betrieb der BIPV-Fassade. Es wird empfohlen, einen Wartungsvertrag mit einem Fachbetrieb abzuschließen.

Die regelmäßige Wartung beinhaltet u. a. das Reinigen der Fassadenelemente und den Grünschnitt, um Verschattungen zu verhindern. Bei Wartungs- und Gerüstarbeiten ist über den Gleichstromschalter die DC-Seite der BIPV-Fassade freizuschalten (Unterbrechung des Stromflusses), damit durch Verschattung die Systemkomponenten nicht beschädigt werden.

Wiederkehrende Prüfungen, das sind Inspektionen vor Ort und elektrische Schutzprüfungen, sind verpflichtend. Das Prüfprozedere ist in den einschlägigen Regelwerken festgelegt. Es wird empfohlen, darüber hinaus visuelle Überprüfungen durchzuführen bezüglich der Fassadenelemente, Haltekonstruktionen, Verkabelungen, Wechselrichter, Glasbruch, Verformungen, Verfärbungen, Verschmutzungen und anderem. Hilfreich sind auch periodische Thermographie-Aufnahmen der Fassade, um Anomalien festzustellen, die visuell nicht wahrnehmbar sind.

### ■ Fortlaufende Überwachung (Monitoring)

Durch Beauftragung eines Monitorings können Auffälligkeiten an den Modulen und Anlagenkomponenten erkannt und somit ein frühzeitiges Reagieren (Störfallmanagement) ermöglicht werden.

### ■ Störfallmanagement

Es wird empfohlen, einen Fachbetrieb hinzuzuziehen und durch diesen den Störfall beheben zu lassen (ggf. Austausch geschädigter Bauteile). Störfälle sind zu dokumentieren und dem Anlagenbetreiber zu melden.

### ■ Dokumentation

Dazu gehören u. a. die Projektdokumentation sowie der technische und wirtschaftliche Jahresbericht.

## 6 BEGRIFFE

**BIPV-Fassade:** Bauwerkintegrierte Photovoltaik-Fassade, bestehend aus Verankerungsgrund (z. B. Außenwand), gegebenenfalls Wärmedämmung, Unterkonstruktion inkl. Hinterlüftungsraum, Haltesystemen für die BIPV-Module sowie den BIPV-Modulen als integrale Teile der Fassade mit der Gesamtheit aller Komponenten zur Umwandlung von Sonnenlicht in elektrischen Strom.

**BIPV-Modul:** Eine wetterfest verkapselte Grundeinheit eines Solargenerators in der Gebäudehülle mit mehreren miteinander verschalteten Solarzellen. Es besteht aus eingekapselten Solarzellen, deren elektrischer Verschaltung miteinander, mindestens einer Anschlussdose, in der sich Bypassdioden befinden, sowie Anschlusskabeln mit Steckverbindern.

**Solargenerator:** Mehrere miteinander verschaltete BIPV-Module, die als Strom erzeugende Einheit arbeiten.

**Generator-Anschlusskasten (GAK)** dient der elektrischen Verschaltung von einzelnen Strings. Im GAK können Schutzvorrichtungen verbaut sein, zum Beispiel Sicherungen der einzelnen Strings sowie Überspannungsableiter.

**Gleichstromschalter**, auch als DC-Hauptschalter (DC: Direct Current) bezeichnet, trennt die Gleichspannungsseite vom Wechselrichter. Der Gleichstromschalter ist häufig in den Wechselrichter integriert. Gleichspannungen und Ausgleichsströme in der BIPV-Fassade können durch den Gleichstromschalter nicht abgeschaltet werden.

**Photovoltaik-System:** Gesamteinheit aller Komponenten zur Umwandlung von Sonnenlicht in elektrischen Strom.

**Photovoltaik:** Umwandlung von solarer Strahlung direkt in Gleichstrom.

**Solarkabel:** Verbindungskabel, geeignet für PV-Anlagen.

**Solarzelle:** Eine Zelle, als kleinste Einheit eines Solargenerators, die solare Strahlung direkt in Gleichstrom umwandelt.

**String:** Reihenschaltung von mehreren BIPV-Modulen.

**Watt Peak ( $W_{Peak}$ ,  $W_p$ ):** Leistung einer Solarzelle, eines Photovoltaik-Moduls oder eines Solargenerators bei Standard-Testbedingungen.

**Wechselrichter** wandeln den vom Solargenerator erzeugten Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom um.

**Wechselstromschalter**, auch als AC-Trennschalter (AC: Alternating Current) bezeichnet, trennt den Wechselrichter wechsellspannungsseitig vom Netz.

## 7 LITERATURHINWEISE

Die allgemeinen Anforderungen der Landesbauordnungen (LBO) werden in den Technischen Baubestimmungen, siehe Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB), konkretisiert. Die im Merkblatt erwähnten Normen und Richtlinien etc. sind in ihren, zum Stand der Ausgabe dieses Merkblatts aktuellen Fassungen gelistet. Es wird darauf hingewiesen, dass die jeweils gültige, bauaufsichtlich eingeführte Norm der maßgebenden Umsetzungs-vorschrift zur MVV TB des jeweiligen Bundeslandes zu entnehmen ist.

- DIN 18008-1, Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen
- DIN 18008-2, Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen
- DIN 18008-3, Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen
- DIN 18008-4, Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen
- DIN 18516-1, Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze
- DIN EN 1990 Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung + NA
- DIN EN 1991-1-3, Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten + NA
- DIN EN 1991-1-4, Allgemeine Einwirkungen, Windlasten + NA
- DIN EN 1991-1-7, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-7, Allgemeine Einwirkungen, Außergewöhnliche Einwirkungen + NA
- DIN EN 1999-1-1, Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln + NA
- DIN EN 50618; VDE 0283-618, Kabel und Leitungen – Leitungen für Photovoltaik Systeme
- DIN VDE 0100-712; VDE 0100-712, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-712: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Photovoltaik-(PV)-Stromversorgungssysteme;
- ETAG 002-1: Leitlinie für die europäische technische Zulassung – Geklebte Glaskonstruktionen [Structural Sealant Glazing Systems – SSGS] Teil 1: Gestützte und ungestützte Systeme
- EU-Bauproduktenverordnung Nr. 305/2011 (BauPVO).
- EU-Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU (Low Voltage Directive, LVD)
- Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)
  
- Checkliste Brandsicherheit für bauwerkintegrierte PV-Anlagen (BIPV). Allianz Bauwerkintegrierte Photovoltaik e.V., 2021
- Technische Baubestimmungen für PV-Module als Bauprodukte und zur Verwendung in Bauarten, Allianz Bauwerkintegrierte Photovoltaik e.V., 2022



## IMPRESSUM

### Herausgeber

Allianz Bauwerkintegrierte Photovoltaik e.V.  
Unter den Linden 10  
10117 Berlin  
post@allianz-bipv.org  
www.allianz-bipv.org

Vorstandsvorsitzender: Sebastian Lange (V.i.S.d.P.)

Grafik Seite 4: Claudia Lommel  
Layout und Satz: Red Cape Production, Axel Raidt

### Mitwirkende

Dieses BIPV-Merkblatt – VHF basiert auf einer Vorgängerversion (BIPV-VHF-Richtlinie von 02/2017), erstellt von der Arbeitsgruppe Bau + Technik der Allianz BIPV e.V. An der Aktualisierung des Merkblattes haben mitgewirkt:  
Dipl.-Ing. Kai Brandau (DAW SE, alsecco GmbH),  
Dr.-Ing. Frank Ensslen (Fraunhofer ISE),  
Dr.-Ing. Claudia Hemmerle (Technische Universität München),  
Dipl.-Ing. Robert Kirchner (Friedmann & Kirchner GmbH),  
Dipl.-Ing. Thorsten Kühn (Helmholtz-Zentrum Berlin),  
Dr.-Ing. Ingrid Lützkendorf (IAB Weimar gGmbH),  
Dipl.-Ing. Maria Roos (Bundesverband Solarwirtschaft e.V.),  
Dr. rer. nat. Hubert Volz.

### Haftungsausschluss

Dieses Dokument wurde mit größter Sorgfalt und nach bestem Wissen der Mitwirkenden verfasst. Eine Haftung für die Vollständigkeit und Richtigkeit der zusammengetragenen Informationen kann jedoch nicht übernommen werden. Herausgeber und Mitwirkende sind für alle Korrekturhinweise dankbar.

Stand: November 2022

#### Abbildungen:

##### Titel:

**Polizeirevier Süd-West mit Plusenergiefassade in Baunatal,**  
Hersteller: alsecco GmbH,  
Foto: Antje Bittorf

##### Seite 2:

**ZhS-Gebäude am Fraunhofer ISE, Freiburg,**  
MorphoColor®-Module in einer VHF,  
Foto: Fraunhofer ISE

##### Seite 14:

**RM Solar Firmenzentrale in Reichenau,**  
PV-Modul construct,  
Hersteller und Foto:  
SOLARWATT GmbH

##### Rücktitel:

**Labenwolf-Gymnasium in Nürnberg, farbige BIPV-Fassade,**  
VHF-Montagesystem  
Airtec Photovoltaic,  
Hersteller: alsecco GmbH,  
Foto: Matthias Merz

