

Workplace Solutions

Sicherheitsgerechte Kennzeichnung von Photovoltaikanlagen

Gewährleistung der Sicherheit für Betreiber,
Wartungspersonal und Einsatzkräfte

Whitepaper



Inhalt

- 1** Das Geschäft mit der Sonne. Der Photovoltaikmarkt im Wandel
- 2** Sicherheitstechnische Kennzeichnung von PV-Anlagen
- 3** Anforderungen und Normen für Markierungen mit UV-Belastung
 - 3.1** Normgerechte Beschriftung von Photovoltaikanlagen
 - 3.2** Bedeutung der Sicherheitskennzeichnung
 - 3.3** Kennzeichnung mit Hinweisschildern für die Feuerwehr
 - 3.4** Kennzeichnungen am Außenbereich der PV-Anlagen
 - 3.5** Kabelkennzeichnungen und geeignetes Zubehör
- 4** Best Practice
 - 4.1** Beschriftungsverfahren – Warum Transferdruck?
 - 4.2** PV-Markierer- und Etikettensortiment von Weidmüller
- 5** Prüfverfahren nach ISO 4892-2 bei Weidmüller
 - 5.1** Sonneneinstrahlung und UV-Belastung in Europa
 - 5.2** Prüfung bei Weidmüller

Abkürzungsverzeichnis / Literaturverzeichnis

1. Das Geschäft mit der Sonne. Der Photovoltaikmarkt im Wandel.

In den vergangenen Monaten und Jahren hat der Photovoltaikmarkt eine bemerkenswerte Dynamik erlebt, der Photovoltaikmarkt befindet sich in einem stetigen Wandel und spielt eine immer wichtigere Rolle in der globalen Energiewirtschaft. Die fortschreitende technologische Entwicklung und das wachsende Bewusstsein für Nachhaltigkeit und Umweltschutz treiben die Nachfrage nach Solarenergie kontinuierlich voran. Staatliche Förderprogramme und sinkende Produktionskosten haben dazu beigetragen, dass Photovoltaiksysteme sowohl für private Haushalte als auch für Unternehmen zunehmend attraktiv werden. In den kommenden Jahren wird erwartet, dass Innovationen in der Speichertechnologie, verbesserte Effizienz der Solarmodule und neue Geschäftsmodelle das Wachstum und die Verbreitung von Solarenergie weiter fördern. Dieses dynamische Umfeld bietet zahlreiche Chancen und Herausforderungen für alle Akteure im Photovoltaiksektor.

Infolge der Energiekrise ist der Ausbau von Photovoltaikanlagen deutlich angestiegen. Im Jahr 2022 wurde ein Zubau von über 7 GW verzeichnet. Zur Einordnung: In der Hochphase der Photovoltaik zwischen 2010 und 2012 wurden jährlich jeweils zwischen 7 und 8 GW installiert. Dieses Niveau ist nun nahezu wieder erreicht. Etwa 70 Prozent des Zubaus im Jahr 2022 entfielen auf Dachanlagen, etwa 20 Prozent auf Freiflächenanlagen.¹

Im Zusammenhang mit der zunehmenden Verbreitung von Photovoltaikanlagen gewinnt auch die sicherheitstechnische Kennzeichnung an Bedeutung. Ein zentrales Regelwerk in diesem Bereich ist die DIN VDE 0100-712, die Anforderungen an die Errichtung von PV-Stromversorgungssystemen definiert und somit einen wichtigen Beitrag zur sicheren Integration von Solarenergie in bestehende elektrische Installationen leistet.

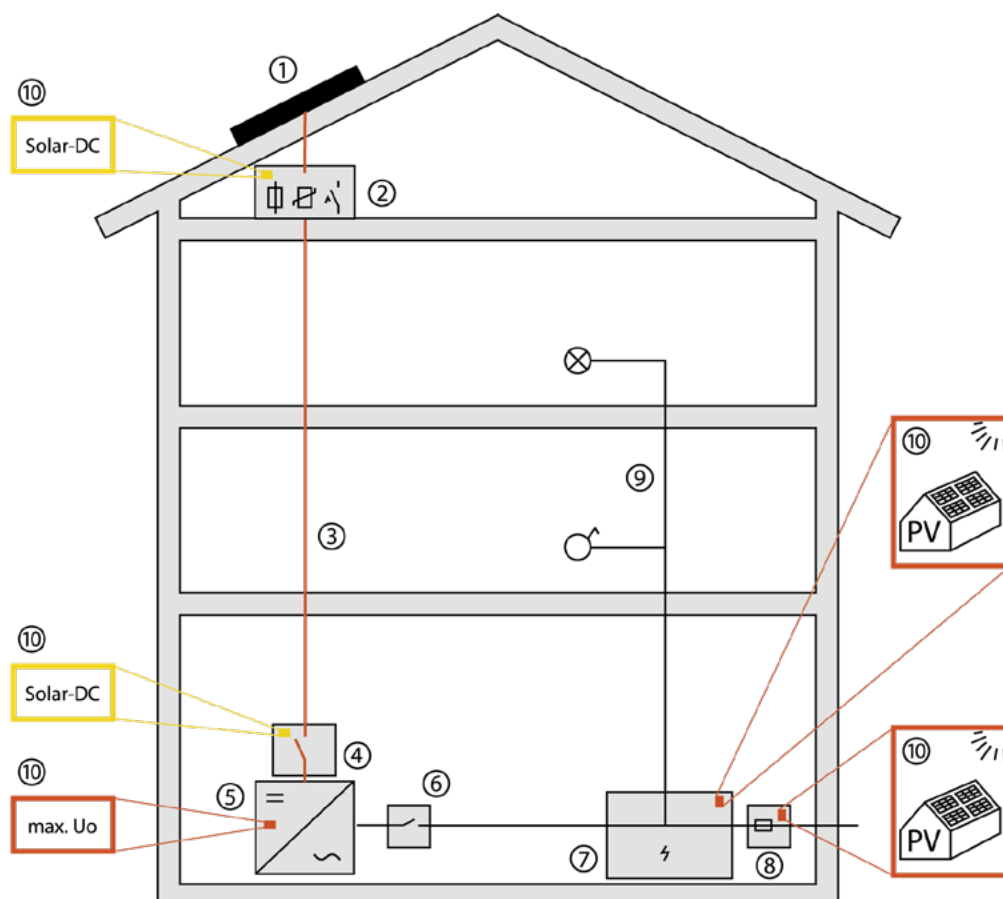
Mit der zunehmenden Verbreitung von Photovoltaikanlagen auf Gebäuden und großen Freiflächen zur Nutzung der Sonnenenergie zur Stromerzeugung wird die Kennzeichnung dieser Anlagen immer wichtiger, um Unfälle zu verhindern.

Das vorliegende Whitepaper behandelt ausführlich die sicherheitstechnischen Anforderungen und die notwendigen Prüfungen, die bei der Installation und dem Betrieb von PV-Anlagen zu beachten sind. Darüber hinaus wird aufgezeigt, welche spezifischen Lösungen das Unternehmen Weidmüller für diese Herausforderungen bietet, um eine normgerechte und sichere Kennzeichnung von Photovoltaikanlagen zu gewährleisten.

2. Sicherheitstechnische Kennzeichnung von PV-Anlagen

Die Sicherheitstechnische Kennzeichnung von Photovoltaikanlagen gewinnt in der heutigen Zeit zunehmend an Bedeutung. Mit der rasanten Verbreitung von Solarenergieanlagen auf Gebäuden und Freiflächen steigt auch die Notwendigkeit, potenzielle Gefahren zu erkennen und zu minimieren. In diesem Zusammenhang spielt die normgerechte Kennzeichnung gemäß DIN VDE 0100 712 und IEC 62548 eine entscheidende Rolle, um die Sicherheit von Betreibern, Wartungspersonal und Einsatzkräften zu gewährleisten. Diese Einleitung richtet den Fokus auf die wachsende Relevanz der Sicherheitstechnischen Kennzeichnung von PV-Anlagen und deren Beitrag zur Risikominderung und Unfallprävention.²

Über die folgende Abbildung können die vorgeschriebenen Positionen für Warnschilder und weitere normgerechte Beschriftung entnommen werden:



1. Solargenerator Feld
2. PV-Generatoranschlusskasten
3. DC-Leitung
4. DC-Trennstelle
5. Wechselrichter

6. AC-Trennstelle
7. Sicherungsverteilung
8. Netzzuleitung
9. Keine Beschriftung notwendig
10. Markierung entsprechend der IEC

3. Anforderungen und Normen für Markierungen mit UV-Belastung

3.1 Normgerechte Beschriftung von Photovoltaikanlagen

Abhängig von der Applikation ist die korrekte und normgerechte Kennzeichnung von Photovoltaikanlagen in verschiedenen Normen geregelt. Eine relevante Norm, welche Beschriftung von Photovoltaikanlagen behandelt, ist die DIN VDE 0100 712 "Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 7-712: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Solaranlagen (PV-Anlagen)".³

Diese Norm legt Anforderungen für die Planung, Errichtung, Betrieb und Instandhaltung von Photovoltaikanlagen, einschließlich der Beschriftung von Anlagenteilen wie Solarmodulen, Wechselrichtern, Leitungen und Schutzeinrichtungen fest. Sie definiert unter anderem die Kennzeichnung von Schaltanlagen, Schutzeinrichtungen, Warnhinweisen und Betriebsanweisungen, um eine sichere Installation und Nutzung der PV-Anlage zu gewährleisten.

Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass die Beschriftung von Photovoltaikanlagen, abhängig von regionalen Vorschriften, Anlagenarten und spezifischen Anforderungen auch in anderen Normen behandelt wird. Installateure und Betreiber von PV-Anlagen müssen relevanten, nationalen und internationalen Normen sowie ortsgegebene Vorschriften konsultieren, um sicherzustellen, dass die Beschriftung der Anlagen normgerecht erfolgt.

Die korrekte und normgerechte Beschriftung von Photovoltaikanlagen gemäß IEC 62548:2016 Abschnitt 10 und der DIN VDE 0100 712 ist von entscheidender Bedeutung. Diese Normen legen die Anforderungen an die Konstruktion von PV-Anlagen fest, um die Sicherheit und den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlagen zu gewährleisten.⁴

3.2 Bedeutung der Sicherheitskennzeichnung

Gemäß DIN EN ISO 7010, W012 müssen elektrische Anlagen mit Warnschildern versehen werden, die vor gefährlicher elektrischer Spannung warnen. Diese Norm legt klare Anforderungen an die Gestaltung und Platzierung solcher Warnschilder fest, um die Sicherheit von Personen zu gewährleisten, die sich in der Nähe von elektrischen Anlagen aufhalten.⁵



3.3 Kennzeichnung mit Hinweisschildern für die Feuerwehr

Die Kennzeichnung von PV-Anlagen mit Hinweisschildern für die Feuerwehr ist von entscheidender Bedeutung, da von ihren potenziellen Gefahren beim Löschen von Bränden sowie beim Bewältigen anderer Notfälle, wie Sturmschäden, ausgehen können.

Diese Vorgaben müssen gemäß VDE AR-E 2100 712 eingehalten werden. Hier werden die Maßnahmen für den DC-Bereich einer Photovoltaikanlage zum Einhalten der elektrischen Sicherheit im Falle einer Brandbekämpfung oder einer technischen Hilfeleistung mit dem Fokus „Schutz von Einsatzkräften im Brandfall“ aufgeführt.⁶



Da eine Photovoltaikanlage auf oder an einem Gebäude nicht immer sofort erkennbar ist, ist es unerlässlich, ein formstabiles und lichtbeständiges Hinweisschild in der Nähe des Hauptzugangs anzubringen, das gut sichtbar und sicher platziert ist. Die Ausführung dieses Schildes muss den Anforderungen der DIN 4066-D1 „Hinweisschilder für die Feuerwehr“ entsprechen, um eine effektive Kommunikation von wichtigen Sicherheitsinformationen zu gewährleisten.

Zur Unterbrechung der Energiezufuhr in das Hausnetz ist gemäß VDE 0100 712 eine Gleichstrom-(DC)-Freischaltstelle vor oder im Wechselrichter zu verbauen. Der so genannte „DC-Notschalter“ oder auch „Lasttrennschalter“ muss an einer für die Feuerwehr gut zu erreichenden und ungefährdeten Stelle installiert werden – im Idealfall im Bereich des Elektro-Hausanschlusses, oder beim Vorhandensein einer Brandmeldeanlage (BMA) im direkten Umfeld der Feuerwehr-Informationszentrale (FIZ).

Zusätzlich zu dem Hinweisschild "PV-Anlage" am Hauptzugang ist gemäß den Vorgaben der DIN 4066 an der Feuerwehr-Informationszentrale oder, falls nicht vorhanden, direkt unter dem Hinweisschild "PV-Anlage" ein weiteres Schild anzubringen. Dieses Schild soll den exakten Standort des DC-Notschalters angeben.



Sowohl der "DC-Notschalter" selbst als auch der Raum, in dem er sich befindet, müssen ebenfalls gemäß DIN 4066 gekennzeichnet werden.⁷ Das Schild für den "DC-Notschalter" ist unmittelbar in der Nähe des Schalters anzubringen. Falls der "DC-Notschalter" in einem Schaltschrank montiert ist, muss dieser Schaltschrank entsprechend gekennzeichnet werden. Im Schaltschrank selbst ist der Schalter klar zu beschriften oder zu kennzeichnen.

Dadurch können die Einsatzkräfte effektiver agieren, was die Schnelligkeit und Sicherheit im Notfall deutlich erhöht.

DC-Notschalter / Lasttrennschalter
Die Photovoltaikanlage führt noch Strom!

Ist die PV-Anlage mit einem Batteriespeicher verbunden, bestehen zusätzliche umfangreiche Kennzeichnungspflichten gemäß VDE-ARE 25 10-2.⁸

3.4 Kennzeichnungen am Außenbereich der PV-Anlagen

Werden Photovoltaikanlagen als Solarfelder angelegt, sind sie in der Regel von Sicherheitszäunen umgeben, die den Zugang kontrollieren. Darüber hinaus verfügen solche Anlagen über Zugangstore sowie Trafostationen und elektrische Betriebsräume auf dem Gelände. Der Schutz vor unbefugtem Zutritt und Sabotage wird hier zu einem wesentlichen Anliegen. Eine angemessene Sicherheitskennzeichnung ist daher unerlässlich, um potenzielle Risiken zu minimieren und das Bewusstsein für die Sicherheitsmaßnahmen zu stärken.

3.5 Kabelkennzeichnungen und geeignetes Zubehör

UV-Strahlung führt zur starken Belastung und Alterung von Kunststoffen im Außeneinsatz. Wenn wie in den meisten Szenarien noch Temperaturschwankungen und Feuchtigkeit durch Frost oder Niederschlag dazukommen, müssen Kennzeichnungen diese hohen Ansprüchen gerecht werden.

Eine hervorragende Methode zur Kennzeichnung von Kabeln im PV-Bereich sind bedruckbare Kabelmarkierer aus Polyester oder Polyolefin, um den Witterungseinflüssen im Außenbereich standzuhalten. Diese Markierer können mithilfe von mobilen Etikettendruckern wie dem THM MultiMark oder dem robusteren Modell THM MultiMark PLUS mittels Thermotransferdruck bedruckt werden. Sie sind in verschiedenen Farben erhältlich, äußerst beständig und können Temperaturen von meist >100 °C standhalten.



Die Auswahl der passenden Kabelbinder ist von entscheidender Bedeutung für die erfolgreiche Montage von Photovoltaikanlagen. Diese essenziellen Befestigungselemente gewährleisten nicht nur die sichere Fixierung und Bündelung von Kabeln und Leitungen, sondern tragen auch maßgeblich zur Stabilität und Ordnung der gesamten Anlage bei. Insbesondere für die meisten Kabelmarkierer sind sie unverzichtbar und bieten eine zuverlässige UV-beständige Befestigungslösung für die Markierer. Hergestellt aus robustem Polyamid 6.6, sind die Spezialkabelbinder selbst unter intensiver UV-Einstrahlung für den langfristigen Einsatz im Außenbereich konzipiert. Daher ist es für jeden Photovoltaikmonteur entscheidend, stets die richtige Wahl an Spezialkabelbindern zu treffen und dieses wichtige Zubehör nicht zu vernachlässigen.



4. Best Practice

Bei der Auswahl eines geeigneten Drucksystems für die Kennzeichnungen von Photovoltaikanlagen ist eine sinnvolle Kombination aus Software, Markierern und Druckern von entscheidender Bedeutung. Ein Unternehmen, das sich als führender Anbieter in diesem Bereich etabliert hat, ist Weidmüller. Das Produktspektrum ist perfekt aufeinander abgestimmt und bietet optimierte Lösungen für diverse Anwendungsbereiche und Prozesse. Die Basis bildet die intuitive Beschriftungssoftware M-Print® PRO, mit der Beschriftungen digital erstellt werden können. Neben einer benutzerfreundlichen Dateneingabe und -verwaltung ermöglicht die Software auch den Import von Daten aus gängigen eCAD-Programmen, was zu einer enormen Zeitersparnis bei der Erstellung der Kennzeichnung führt und gleichzeitig auch das Risiko von Tippfehlern bei der Eingabe eliminiert. Die Ansteuerung sämtlicher Drucksysteme von Weidmüller erfolgt über die Beschriftungssoftware M-Print® PRO so kann ein bedarfsgerechtes Markierungsergebnis auf den jeweiligen Kennzeichnungsträgern erzielt werden.



Software

Der optimierte Markierungsprozess mit individuellen Optionen für höchste Benutzerfreundlichkeit



Markierer

Spezifische Markierungssysteme für Ihre Industrieapplikationen



Drucker

Professionelle Lösungen für das Markieren mit System mit unseren Industriedruckern

Bei der Kennzeichnung von Photovoltaikanlagen ist es entscheidend, auf bewährte Praktiken zurückzugreifen, um Sicherheit, Effizienz und Nachverfolgbarkeit zu gewährleisten. In diesem Zusammenhang werden wir uns in den folgenden Punkten mit den möglichen Produkten zur PV-Kennzeichnung von Weidmüller befassen. Diese Produkte bieten eine umfassende Lösung für die Kennzeichnung von Photovoltaikanlagen und sind auf die spezifischen Anforderungen dieser Anwendungen zugeschnitten.

4.1 Beschriftungsverfahren – Warum Transferdruck?

Für die Beschriftung von Kennzeichnungen gibt es mehrere Beschriftungsverfahren und unterschiedliche Materialien. In den folgenden Absätzen ist dargestellt, welche Arten von Kennzeichnungsmaterial für den PV-Bereich zur Verfügung stehen und welches als optimales Beschriftungsgerät dafür geeignet ist.

Tintenstrahldruck (PrintJet CONNECT)

Im Bereich der Bedruckung von Kennzeichnungsträgern ist die Auswahl des richtigen Materials von entscheidender Bedeutung. Für Tintenstrahllösungen werden oft MultiCards aus Polyamid 66 (PA66) verwendet. Dabei ist es wichtig, die Materialeigenschaften genau zu berücksichtigen, da dieser Kunststoff aus mehreren Gründen nicht für den Außeneinsatz geeignet ist. Dieser Kunststoff nimmt Feuchtigkeit auf, was zu Veränderungen in Form und Größe führt und seine Festigkeit und Stabilität beeinträchtigt, sobald er wieder trocknet.

Zudem wird das Material durch UV-Einstrahlung brüchig, und je nach Farbe kann es schnell verblassen. Äußere Bedingungen wie Temperatur und Feuchtigkeit variieren je nach Einsatzort stark, was die Materialbeanspruchung zusätzlich erhöht. Dadurch wird PA66 schnell brüchig und wird für den Außeneinsatz nicht empfohlen.

Thermotransferdruck

Der Thermotransferdruck ist die bevorzugte Technologie für die Bedruckung von PV-Etiketten, insbesondere für Anwendungen im UV-Bereich. Dabei wird ein Farbstoff von einem Farbband durch Hitze auf den Kennzeichnungsträger übertragen, was eine kontrastreiche Darstellung in Schwarz oder Weiß sowie eine hohe Beschriftungsgeschwindigkeit ermöglicht. Anstelle von Polyamid 66 (PA66) wird hierbei eine spezielle Folie aus Vinyl verwendet. Diese Vinylfolie ist wesentlich widerstandsfähiger gegenüber Feuchtigkeit und extremen Temperaturen, was sie ideal für den langfristigen Außeneinsatz macht. Im Gegensatz zu Kunststoff nimmt Vinyl keine Feuchtigkeit auf und behält seine Form und Stabilität. Zudem wird es nicht brüchig und ist deutlich flexibler, was es beweglicher und anpassungsfähiger macht. Die niedrigen Anschaffungskosten und die hohe Effizienz des Thermotransferdrucks machen diese Methode zudem besonders wirtschaftlich.

4.2 PV-Markierer- und Etikettensortiment von Weidmüller

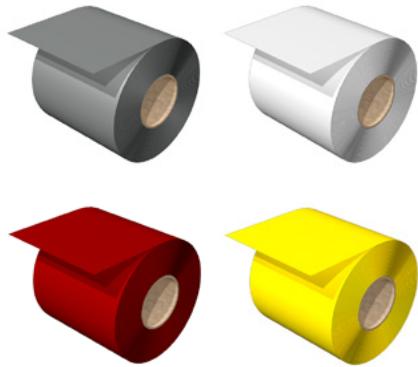
Für die PV-Branche bietet Weidmüller zahlreiche UV-beständige Kennzeichnungsmöglichkeiten. Sie sind für hohe Standards entwickelt und getestet worden, um im UV-Einsatz die volle Performance zu zeigen. Dank des passenden Drucksystems THM MultiMark ist der Photovoltaikbauer flexibel und jederzeit in der Lage, mit der von Weidmüller darauf abgestimmten Software M-Print® PRO kundenspezifisch Kennzeichnungen zu drucken oder Markierer/Etiketten zu bedrucken und diese an Ort und Stelle anzubringen.

Neben den üblichen Warn- und Hinweisschildern bietet Weidmüller zudem auch Hinweisschilder für die Feuerwehr in Form von Abreißblöcken und hoch beständige Kabelkennzeichnungen an. Diese Kennzeichnungsmöglichkeiten sind für die strapazierenden Anwendungen konzipiert und sichern Betreiber, Wartungspersonal und Einsatzkräfte.

Flexible Warn- und Hinweisschilder

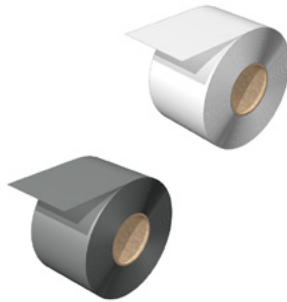
Endlosetiketten bieten die volle Flexibilität im Punkt Beschriftung. Als ökonomische Alternative zu herkömmlichen Schildschienen oder Sonderetiketten kommen die MultiMark-Endlosvarianten ins Spiel. Bei vorgegebener Höhe lässt sich die Breite in der Software passgenau auf den zu erstellenden Markierer konfigurieren. Durch das adaptive Schneidmesser wird das Etikett ganz einfach auf die gewünschte Länge geschnitten: Für den Photovoltaikbauer die perfekte Lösung, um Warn- oder Hinweisschilder flexibel zu gestalten und sie mit dem THM MultiMark zu bedrucken.

THM PV EL 90 Gerätemarkierer



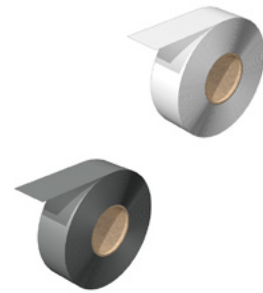
- 2969050000 THM PV EL 90 WS 30M
- 2969080000 THM PV EL 90 SI 30M
- 2817430000 THM PV EL 90 RT 30M
- 2817440000 THM PV EL 90 GE 30M

THM PV EL 60 Gerätemarkierer



- 2969060000 THM PV EL 60 WS 30M
- 2969090000 THM PV EL 60 SI 30M

THM PV EL 30 Gerätemarkierer



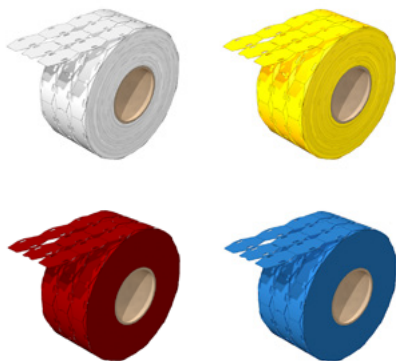
- 2969070000 THM PV EL 30 WS 30M
- 2969100000 THM PV EL 30 SI 30M

Kabelkennzeichnung mit UV-Markierern und Spezialkabelbindern

Als Kabelkennzeichnung bietet Weidmüller die SFX-VT an. Diese Markierer wurden ursprünglich für die Verkehrstechnik entwickelt, gelten als gelistete Markierer und bieten Sicherheit und Zuverlässigkeit auf höchstem Niveau. Aufgrund der Materialspezifikationen (Polyolefin) wurden sie durch Weidmüller auf Witterungsbeständigkeit nach DIN EN ISO 4892-2:2013 Tabelle 3, Verfahren A, Zyklus 1 bei 5000 Stunden geprüft.⁹

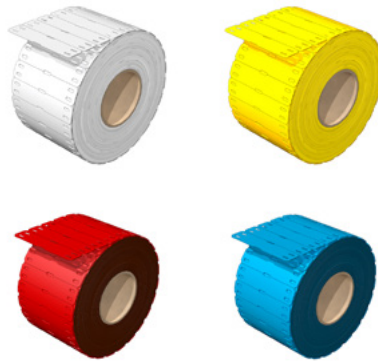
Die Markierer sind halogenfrei, und mit herkömmlichen PV-Kabelbindern zu befestigen. So bleiben Ihre Installationen nicht nur übersichtlich, sondern auch sicher.

SFX-VT 9/24 Kabelmarkierer



- 2621470000 SFX-VT 9/24 MM WS
- 2621460000 SFX-VT 9/24 MM GE
- 2799310000 SFX-VT 9/24 MM RT
- 2799320000 SFX-VT 9/24 MM BL

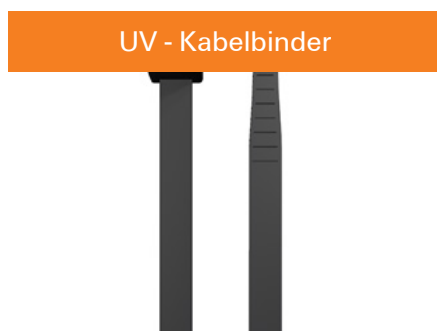
SFX-VT 11/60 Kabelmarkierer



- 2621450000 SFX-VT 11/60 MM WS
- 2621440000 SFX-VT 11/60 MM GE
- 2900960000 SFX-VT 11/60 MM RT
- 2900970000 SFX-VT 11/60 MM BL

Die Auswahl der passenden Kabelbinder ist von entscheidender Bedeutung für die erfolgreiche Montage von Photovoltaikanlagen. Diese essenziellen Befestigungselemente gewährleisten die sichere Fixierung und Bündelung von Kabeln und Leitungen und tragen zudem maßgeblich zur Stabilität, Sicherheit und Ordnung der gesamten Anlage bei.

Die speziellen UV-Kabelbinder sind unverzichtbar und bieten eine zuverlässige, UV-beständige Befestigungslösung. Hergestellt aus robustem Polyamid 66, das auch für MultiCards verwendet wird, sind diese Spezialkabelbinder selbst unter intensiver Sonneneinstrahlung für den langfristigen Einsatz im Außenbereich konzipiert. Im Unterschied zu den MultiCards wird bei den Kabelbindern jedoch ein Additiv in erhöhter Konzentration hinzugefügt, welches für einen besseren UV-Schutz sorgt. Die Kennzeichnung ist immer ganzheitlich zu bewerten, von der Befestigung über die Materialauswahl bis hin zur Bedruckungsresistenz sind alle Einflussgrößen für den sicherheitsrelevanten Betrieb elementar.



- 2659320000 CB-UCR 140/3,5 BK
- 2659330000 CB-UCR 200/3,5 BK
- 2659340000 CB-UVR 200/4,8 BK
- 2659350000 CB-UVR 290/4,5 BK
- 2659360000 CB-UVR 365/7,5 BK

Hinweisschilder für PV-Anlagen

Es ist entscheidend, dass im Falle eines Brandes Personengruppen der Feuerwehr eine Photovoltaikanlage schnell identifizieren und sich den Gegebenheiten entsprechend anpassen können. Dazu gehört die klare Kennzeichnung der Anlage mit wetterfesten und farbbeständigen Materialien. Diese Kennzeichnung sollte an verschiedenen Schlüsselstellen angebracht werden, darunter der Hausanschlusskasten, der Hauptverteilerkasten und der Wechselrichter im Haus.

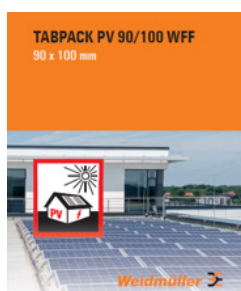
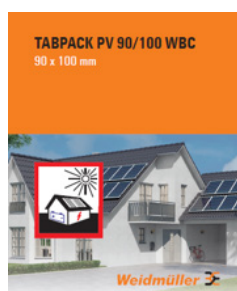
In Gebäuden mit Brandmelde- oder Sprinkleranlagen ist zusätzlich eine Kennzeichnung an der Bedien- und Anzeigeeinheit der Feuerwehr erforderlich. Ein detaillierter Lageplan der PV-Anlage, inklusive der Module, DC-Kabel, Wechselrichter und Feuerwehrscharter (sofern vorhanden), sollte erstellt und an einem für die Feuerwehr zugänglichen Ort hinterlegt werden.

Bei den Hinweisschildern gibt es im Sortiment von Weidmüller zwei Ausfertigungen. Diese unterscheiden sich in den Varianten WBC (Batterie Speicher) und WFF (Netzeinspeisung) am Haus oder am Hauptzugang für die Feuerwehr gut sichtbar angebracht.

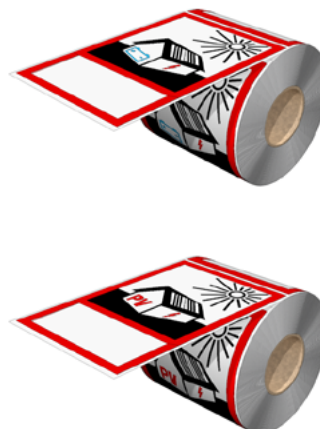
In der WBC-Variante ist eine Batterie in der Farbe blau abgebildet, sowie ein roter Blitz, als Zeichen für einen Ersatzstrom/Notstrom. Dies weist die Feuerwehr auf eine PV-Anlage mit Batteriespeicher hin. Diese werden am Haus oder am Hauptzugang gut sichtbar für die Einsatzkräfte angebracht.

In der WFF-Variante wird das Batterie Symbol durch einen roten PV-Schriftzug ersetzt. Dies deutet für die Feuerwehr auf eine normale PV-Anlage mit Netzweinspeisung hin.

Die beiden Ausführungen sind jeweils als Abreißblock sowie als Rollenware für einen kundenspezifischen Thermotransferdruck erhältlich. Entscheiden Sie sich für die Rollenware, haben Sie die Möglichkeit, das Hinweisschild mit einem kundenspezifischen Aufdruck zu versehen. Hierbei greifen Sie auf einen THM MultiMark der Firma Weidmüller zurück. Typische Anwendungsbeispiele sind Firmenkontaktdaten, Firmenlogos oder auch „Notstrom“-Beschriftungen.



- 2817470000 TABPACK PV 90/100 WBC
- 2817460000 TABPACK PV 90/100 WFF



- 2986860000 THM PV 90/140 WBC
- 2986850000 THM PV 90/140 WFF

5. Prüfverfahren nach ISO 4892-2 bei Weidmüller

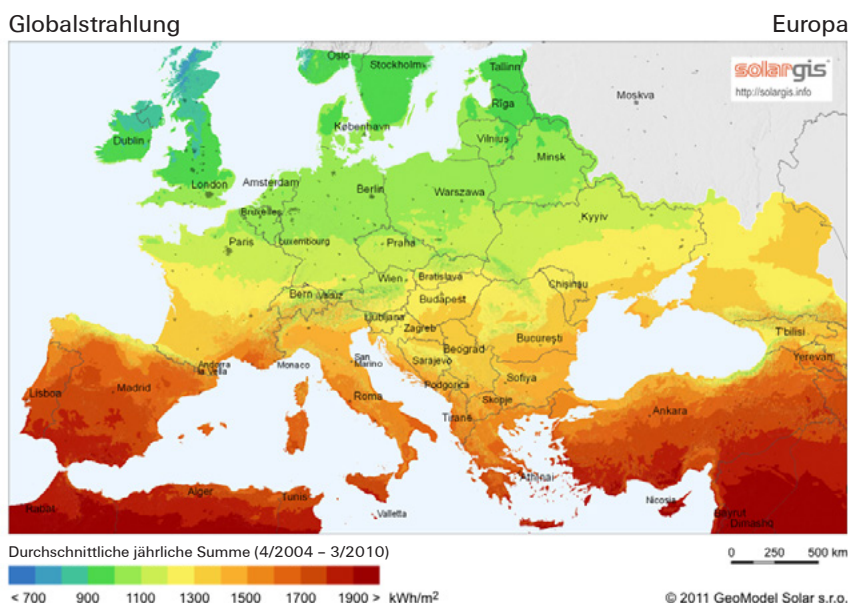
Moderne Photovoltaikanlagen sind darauf ausgelegt, eine Lebensdauer von mehr als 30 Jahren zu erreichen. Die Hersteller von PV-Modulen gewähren eine Garantie von bis zu 25 Jahren. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, dass sämtliche Komponenten dieser Anlagen diese lange Lebensdauer erfüllen, um einen störungsfreien und langfristigen Betrieb zu gewährleisten. Die zu erwartende Lebensdauer von Komplementärgütern wird hieran angeknüpft.

Mit den PV-Etiketten von Weidmüller werden definierte Prüfverfahren laut ISO 4892-2 für die geforderte Beständigkeit im Außeneinsatz erfüllt.

5.1 Sonneneinstrahlung und UV-Belastung in Europa

Die von der Sonne erzeugte Einstrahlungsenergie variiert nicht nur je nach Standort auf dem Planeten Erde und Jahreszeit, sondern auch je nach lokalen Bedingungen wie Wetter und Höhenlage. Zum Beispiel kann die Einstrahlungsmenge in Mitteleuropa im Jahresdurchschnitt etwa 1.000 kWh/m²a (Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr) betragen, während sie in der Sahara aufgrund der intensiveren Sonneneinstrahlung bis zu 2.350 kWh/m²a erreichen kann. Diese Unterschiede beeinflussen maßgeblich die Eignung von bestimmten Regionen für die Nutzung von Solarstrom und die Effizienz von Solaranlagen. Es ist wichtig, diese regionalen Unterschiede zu berücksichtigen, um die Leistung und Rentabilität von Solaranlagen optimal zu planen und zu maximieren.¹⁰

Auf der Übersicht „Globalstrahlung“ ist das Potenzial der Sonneneinstrahlung in Europa zu erkennen. Hierbei ist deutlich zu sehen, dass die UV-Strahlung am Äquator am stärksten ist, da sie dort im Zenit senkrecht auf die Erde strahlt. Mit zunehmender Nähe zum Äquator wird die Sonnenintensität entsprechend stärker.



5.2 Prüfung bei Weidmüller

Bei Weidmüller werden die Markierer nach der ISO 4892-2:2013-03 getestet. Diese Norm enthält zur Bewertung der Langlebigkeit von Markierern und Aufklebern bzw. Etiketten ein Testverfahren, welches im Folgenden beschrieben wird.

Testverfahren laut ISO 4892-2:

Die Bestrahlungsstärke von $0,35 \text{ W/m}^2$ bei einer Wellenlänge von 340 nm wird über einen Zeitraum von mehr als 1.000 Stunden gemessen. Dabei wechseln sich 102 Minuten Licht mit 18 Minuten Licht und Sprühnebel ab. Diese Bedingungen entsprechen einer Gesamtbestrahlung von 350 W/m^2 . Der Test umfasst 100 Prozent UV-Strahlung, was im Vergleich zu den natürlichen Sonnenstrahlen, die weniger als 10 Prozent UV-Strahlung enthalten, eine deutlich höhere Konzentration darstellt. Die Ergebnisse solcher Tests sind entscheidend für die Bewertung der UV-Beständigkeit von Materialien, insbesondere in Anwendungen wie der Herstellung von Kunststoffen, Beschichtungen und Textilien, wo UV-Schutz eine wichtige Rolle spielt.

In der folgenden Tabelle sind die Bestrahlungswerte ermittelt. Zudem ist die Gesamtbestrahlung von 350 W/m^2 des ISO 4892-2: 2013-03 Tests bekannt. Mit diesen Werten wurde die Lebensdauer an den verschiedenen Standorten auf dem Planeten Erde berechnet.

Region	Sonnenbestrahlung	Berechnete Lebenszeit
Zentraleuropa	$1 \text{ kWh/m}^2\text{a} \Rightarrow 11,4 \text{ W/m}^2 \text{ (UV)}$	30 Jahre
Südeuropa	$2 \text{ kWh/m}^2\text{a} \Rightarrow 23,0 \text{ W/m}^2 \text{ (UV)}$	15 Jahre
Sahara	$2,5 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} \Rightarrow 28,5 \text{ W/m}^2 \text{ (UV)}$	12 Jahre

Testverfahren bei Weidmüller:

Weidmüller folgt den Prüfverfahren, wie sie in der ISO 4892-2:2013-03 festgelegt sind, um die Beständigkeit ihrer Produkte zu gewährleisten. Angesichts der Tatsache, dass die Lebensdauer von Photovoltaikanlagen heutzutage über 30 Jahre beträgt, hat Weidmüller die Prüfzeit von 1.000 Stunden auf 5.000 Stunden verlängert. Dies ermöglicht eine genauere Einschätzung der Langlebigkeit ihrer Produkte unter realistischeren Bedingungen.

Diese erhöhte Prüfdauer führt zu den folgenden berechneten Lebensdauern:

Region	Sonnenbestrahlung	Berechnete Lebenszeit
Zentraleuropa	$1 \text{ kWh/m}^2\text{a} \Rightarrow 11,4 \text{ W/m}^2 \text{ (UV)}$	150 Jahre
Südeuropa	$2 \text{ kWh/m}^2\text{a} \Rightarrow 23,0 \text{ W/m}^2 \text{ (UV)}$	75 Jahre
Sahara	$2,5 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} \Rightarrow 28,5 \text{ W/m}^2 \text{ (UV)}$	60 Jahre

Im Folgenden sind die Ergebnisse des Testverfahrens abgebildet. Hier ist zwischen den drei Teststadien eine genaue Entwicklung der Beständigkeit der Weidmüller PV-Beschriftungen ersichtlich:

Die Testergebnisse zeigen, dass nach 3000 sowie nach 5000 Stunden alle Beschriftungen noch lesbar bzw. in einem sehr guten Zustand sind. Wie auf den Fotos zu erkennen, absorbiert die Farbe Gelb mehr UV-Strahlung als die weiteren Farben. Dies spiegelt sich sehr deutlich in den Fotos des THM-Endlosmaterials „THM PV EL 90 GE 30M“ wider. Dies wurde stärker durch die UV-Strahlungen und das Wasser beeinträchtigt. Bei den weiteren Produkten sind bis auf Verblassung der roten Farbe kaum Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Testzeitpunkten zu erkennen.

Zum Punkt Haftkraft der Etiketten sind die genauen Informationen dem jeweiligen Datenblatt des Produktes zu entnehmen. Diese werden bei Weidmüller auf Scherfestigkeit, Schälfestigkeit und Anfangshaftung geprüft.

TABPACK PV 90/100 WFF
2817460000

THM PV 89/60 B/DR RT mit Druck
2817450000

Zustand vor
Testphase



Nach 3000
Teststunden



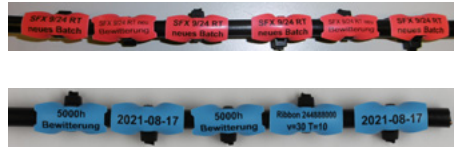
Nach 5000
Teststunden



THM PV EL 90 GE 30M
Mit Druck
2817440000

SFX-VT 9/24 MM RT
und BL mit Druck
2799310000
2799320000

Zustand vor
Testphase



Nach 3000
Teststunden



Nach 5000
Teststunden



Das Resultat aus den Testergebnissen macht deutlich, dass die Markierungslösungen nach einer theoretischen Lebensdauer von 60 Jahren in der Sahara noch immer vorhanden und lesbar sind. Dabei muss natürlich beachtet werden, dass sich im Falle eines deutschen Kunden diese theoretische Lebensdauer auf >75 Jahre erhöht – also länger als die Lebensdauer einer PV-Anlage.

Abkürzungsverzeichnis

AC	Alternating Current
AR-E	Anwendungsregeln Festgelegte Mindestanforderungen der Elektrotechnik
BMA	Brandmeldeanlage
eCAD	Electronic Computer Aided Design
DIN	Deutsches Institut für Normung
DC	Direct Current
etc.	et cetera
EN	Europäische Norm
FIZ	Feuerwehr-Informationszentrale
ISO	Internationale Organisation für Normung
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.
UV	ultraviolette Strahlung
z.B.	Zum Beispiel
PV	Photovoltaik
GW	Gigawatt; eine Milliarde Watt (10^9 W)
kWh/m ² a	Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr
W/m ²	Watt pro Quadratmeter
nm	nanometer (Grundeinheit Meter)

Literaturverzeichnis

- [1] Vgl. DLG-Mitteilungen. (Herr Carl-Friedrich Weber). "Photovoltaik-Markt im Wandel." Online verfügbar unter: <https://www.dlg-mitteilungen.de/artikel/photovoltaik-markt-im-wandel>. Stand: 11.April 2024)
- [2] International Electrotechnical Commission. "IEC 62548:2016 General requirements for arc fault detection devices." 2016. Verfügbar unter: <https://webstore.iec.ch/publication/25949>.
- [3] DIN VDE. "DIN VDE 0100-712: Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 7-712: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Solaranlagen (PV-Anlagen)." Berlin: Beuth Verlag GmbH, Jahr [2016 10].
- [4] Vgl. International Electrotechnical Commission. "IEC 62548:2016 General requirements for arc fault detection devices." Abschnitt 10: "Test methods." 2016. Verfügbar unter: <https://webstore.iec.ch/publication/25949>.
- [5] DIN EN ISO 7010. "Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen – Registrierte Sicherheitszeichen – Internationale Norm ISO 7010:2019." Berlin: Beuth Verlag GmbH, Jahr [2019].
- [6] VDE-Anwendungsregel: VDE AR-E 2100-712. "Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-712: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Solaranlagen (PV-Anlagen)." Verfügbar unter: <https://www.dke.de/de/normen-standards/dokument?id=7119923&type=dke%7Cdokument>
- [7] DIN 4066 "Graphische Symbole – Hinweisschilder für die Feuerwehr – Internationale Norm DIN 4066." Berlin: Beuth Verlag GmbH, Jahr [1997-07].
- [8] Arbeitsentwurf der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-E 2510-2 „Stationäre elektrische Energiespeichersysteme am Niederspannungsnetz“ 07-2014.
- [9] DIN EN ISO 4892-2:2021-11. "Kunststoffe - Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten - Teil 2: Xenonbogenlampen (ISO 4892-2:2013 + Amd 1:2021); Deutsche Fassung EN ISO 4892-2:2013 + A1:2021 – Internationale Norm ISO 7010:2019." Berlin: Beuth Verlag GmbH, Jahr [2021-11].
- [10] Wikipedia. "Globalstrahlung." Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Abrufdatum [2024-04-16]. Verfügbar unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Globalstrahlung>.

Haftungsausschluss

Der Inhalt dieses Whitepapers schildert bestimmte techn. Probleme und skizziert mögl. Lösungen bzw. Lösungsansätze bei der Behebung dieser Probleme. Bei den in diesem Whitepaper skizzierten Lösungen bzw. Lösungsansätzen handelt es sich um Schätzungen bzw. Annahmen, die auf dem aktuellen technischen Kenntnisstand von Weidmüller beruhen und – sofern in diesem Dokument nicht explizit anders beschrieben – weder allumfassend sind noch auf historische Ereignisse beziehungsweise Fakten zurückführen. Die in diesem Whitepaper vorgetragenen Schätzungen und Annahmen können daher bestimmten Risiken sowie nicht berücksichtigten Faktoren unterliegen, die in der Realität zu Abweichungen führen können. Weidmüller übernimmt insoweit weder die Gewähr für die Vollständigkeit noch für die Aktualität der in diesem Whitepaper vorgetragenen Informationen. Jegliche Nutzung dieser Inhalte erfolgt auf eigenes Risiko, Weidmüller schließt insoweit jegliche Gewährleistung sowie Haftung in Folge der Verwendung der in diesem Dokument vorgetragenen Informationen aus.

Ferner weist Weidmüller ausdrücklich darauf hin, dass sich der vorliegende Inhalt ausschließlich der Lösung bestimmter technischer Probleme widmet und daher lediglich rein informativen Charakter hat. Der Inhalt dieses Dokumentes ist weder als öffentliches Verkaufsangebot zu verstehen, noch bekunden die in diesem Whitepaper geteilten Informationen die Absicht eine vertragliche Beziehung mit Weidmüller zu schaffen oder stillschweigend eine solche in Kraft zu setzen.

Die Inhalte dieses Dokumentes sind streng vertraulich zu behandeln.

Pascal Niggemann

Head of Product & Project Management

Pascal Niggemann (geb. 1980) verantwortet das Produkt- und Projektmanagement für die Photovoltaik Lösungen innerhalb der Weidmüller Gruppe. Seit 2010 setzt er sich beruflich und privat für die Photovoltaik ein. Seit 2014 treibt er das Thema Photovoltaik bei Weidmüller in verschiedenen Positionen mit Leidenschaft voran.

pascal.niggemann@weidmueller.com



Niklas Erfkamp

Produktmanager / Product Manager

Niklas Erfkamp (Jahrgang 1998) ist bei Weidmüller als unterstützender Produktmanager für den Markterfolg verschiedener Produktgruppen im Geschäftsbereich Industrielle Markierungs- und Beschriftungssysteme verantwortlich. Dabei arbeitet er sowohl an Projekten in diesem Bereich als auch an Themen rund um die innovative Umsetzung neuer Markierungslösungen. Bevor er diese Position übernahm, sammelte er mehrere Jahre Erfahrung als Servicetechniker für Beschriftungssysteme bei Weidmüller. Darüber hinaus vertiefte er seine technischen Kenntnisse durch eine Ausbildung zum staatlich geprüften Techniker der Fachrichtung Elektrotechnik.

niklas.erfkamp@weidmueller.com



Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
Klingenbergstraße 26
32758 Detmold, Germany
T +49 5231 14-0
F +49 5231 14-292083
www.weidmueller.com

Persönlichen Support
finden Sie im Internet unter:
www.weidmueller.de/kontakt

Technische Änderungen vorbehalten 11/2024/TCWM