

Getrennte Leitungsverlegung

Bei der Installation von Photovoltaikanlagen spielt eine fachgerechte Leitungsführung eine entscheidende Rolle, um die Sicherheit zu gewährleisten und Störungen zu vermeiden.

Besonders wichtig ist dabei die Unterscheidung zwischen der Trennung von Wechselstrom- (AC) und Gleichstromleitungen (DC) einerseits sowie der Trennung von geschützten und ungeschützten Leitungen in den verschiedenen Blitzschutz-zonen andererseits.

1 Zweck des Merkblatts

Für den Ausbau der Photovoltaik ist es entscheidend, neben einem wirtschaftlichen Betrieb vor allem die Qualität und die Sicherheit der Anlagen sicherzustellen. Die fachgerechte Leitungsverlegung leistet dabei einen wesentlichen Beitrag zur vom Kunden geforderten Qualität. Das vorliegende Merkblatt «Getrennte Leitungsverlegung» bietet ergänzende Informationen zu den geltenden Normen und unterstützt Planungsunternehmen sowie Installationsbetriebe bei der Umsetzung dieser Anforderungen.

2 Grundlagen der getrennten Leitungsverlegung

Zwei Arten von getrennter Leitungsverlegung sind grundlegend zu unterscheiden. Die Schutzziele sind dementsprechend verschieden. Die Unterscheidung ist wichtig, weil die notwendigen Massnahmen sehr unterschiedlich sind.

2.1 Trennung von AC- und DC-Leitungen in der gleichen Blitzschutzzone (LPZ)

Hier geht es darum, dass die Leitungen getrennt werden, weil sie verschiedene Stromarten führen. Die getrennte Leitungsverlegung erfolgt in der gleichen Blitzschutzzone (LPZ). Darum müssen keine blitzschutzbedingten Trennungsabstände eingehalten werden. Es geht darum, dass

- die **Leitungen nicht verwechselt** werden
- **Ordnungstrennung** vorhanden ist
- **Störungen durch induktive Kopplung vermieden** werden können.

Induktive Kopplung beschreibt das Phänomen, bei dem ein Wechselstrom (AC) in einer Leitung ein magnetisches Wechselfeld erzeugt, das in einer nahegelegenen Leitung eine Spannung induziert. Bei paralleler Führung von AC- und DC-Leitungen kann das magnetische Wechselfeld der AC-Leitung auf die DC-Leitung einwirken und dort ungewollte Spannungen erzeugen.

Die induktive Kopplung hängt im Wesentlichen vom Abstand und von der Länge der Parallelführung der beiden Leitungen ab. Rechtwinklige Leitungskreuzungen bewirken wenig induktive Kopplung.

2.2 Trennung von geschützten und ungeschützten Leitungen

Eine PV-Anlage macht ein Gebäude nicht automatisch blitzschutzpflichtig. Jedoch müssen PV-Anlagen auf oder an Gebäuden, die mit einem äusseren Blitzschutzsystem (LPS) ausgestattet sind, im Blitzschutzsystem berücksichtigt werden und mit Überspannungsschutzeinrichtungen (SPD) ausgestattet sein (NIN 7.12.4.4.3).

Blitzschutzpflichtige Gebäude werden von der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) definiert. Blitzschutzpflichtig sind insbesondere grosse Gebäude, öffentliche Gebäude, wichtige

Gebäude und Gebäude, von denen eine potenzielle Gefahr ausgeht (z.B. Tankstellen). «Geschützte», also durch SPD geschützte, und «ungeschützte» Leitungen beliebiger Stromkreise müssen getrennt verlegt werden und dürfen in keinem Fall im selben Rohr, Kanal oder Trasse parallel verlegt werden. Hier ist es egal, ob es AC- oder DC-Leitungen sind. Die Trennungsabstände sollen gross sein und gemäss dem Trennungsabstand nach NIN 4.2.2.3.12 berechnet werden.

3 Anforderungen an die Trennung von AC- und DC-Leitungen in der gleichen Blitzschutzzone

3.1 Trennung mit Rohren und Kanälen

Eine induktive Kopplung von der AC- in die DC-Leitung kann auftreten, wenn im AC-Kabel ein wechselndes Magnetfeld oder transiente Überspannungen durch grosse Schaltvorgänge entstehen. Bei einer Photovoltaikanlage in einem Einfamilienhaus kommt dies in der Regel seltener vor, und eine physische Trennung der Leitungen durch Kunststoffrohre oder Kunststoffkanäle oder mittels Trennsteg ist ausreichend. Zur Reduktion von magnetischen und elektrischen Feldern werden die aktiven Leiter mit geschlossenen metallischen Rohren oder Kanälen abgeschirmt.

Eine Trennung von AC- und DC-Leitungen kann erreicht werden, indem diese in getrennten Rohren oder Kanälen verlegt werden. AC- und DC-Leitungen dürfen im gleichen Kabeltrasse verlegt werden, wenn sie klar getrennt voneinander verlegt werden.

Eine klare Trennung

- verhindert die Überlagerung von Wellen (Interferenzen)
- erleichtert die Wartung
- hilft bei der Fehlerbehebung.

Die NIN 4.4.4. enthält Anforderungen und Empfehlungen für die Vermeidung oder Reduzierung elektromagnetischer Störungen. Speziell bei informationstechnischen Kabeln und Leistungskabeln sind die Anforderungen zu beachten.

Die Beispiele in Abbildung 1 für die Trennung von Leistungskabeln und informationstechnischen Kabeln können sinngemäss für die Trennung von AC- und DC-Leitungen angewendet werden.

- AC- und DC-Leitungen sollen nicht im selben Kabelbündel zusammengefasst sein.
- Einzelne Kabelbündel sollen elektromagnetisch durch Abstand und Trennstege voneinander getrennt sein.

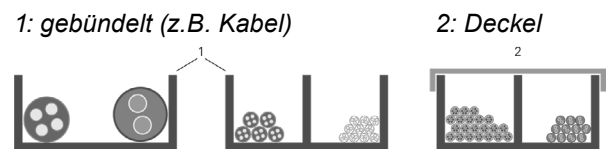


Abbildung 1: NIN 2025 4.4.4 Figur 22, Beispiel für Trennung und mechanische Abtrennung, sinngemässe Anwendung für AC- und DC-Leitungen



Abbildung 2: Ansicht mit offenen Kanälen, VSEK



Abbildung 3: EFH, CKW

In Gewerbe- oder Industriebauten werden aufgrund der vielen Strangkabel zum Wechselrichter und der Ordnungstrennung von AC- und DC-Leitungen, meist getrennte Trassees installiert. Die induktive Kopplung hängt im Wesentlichen vom Abstand der beiden Leitungen und der Länge der Parallelführung der Leitungen ab. Möglichst grosse Distanzen auf dem Kabeltrasse oder die Verwendungen von metallischen Trennwänden helfen dabei, die Kopplung gering zu halten.



Abbildung 4: Gewerbe und Industrie, CKW

3.2 Kennzeichnung

Da die DC-Leitungen auch in ausgeschaltetem Zustand unter Spannung sind und deshalb immer als unter Spannung stehend zu betrachten sind, sind sie dauerhaft zu kennzeichnen.

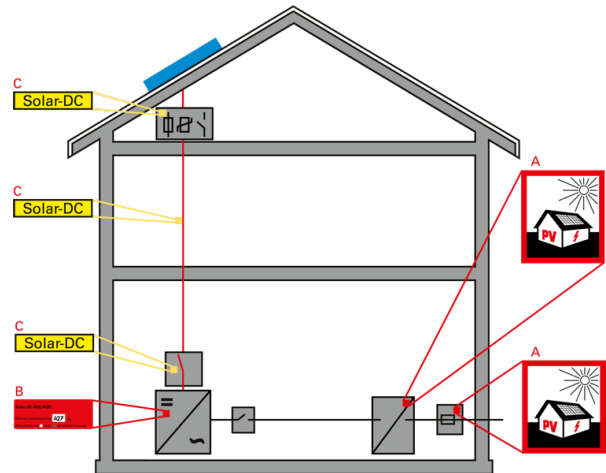


Abbildung 5: Kennzeichnungen/Warnaufschriften für PV-Anlagen, NIN



Abbildung 6: Warnkleber für DC-Leitungen, Swissolar

3.3 Reduktion von magnetischen und elektrischen Feldern

Die folgenden Massnahmen sollten sowohl bei Anlagen mit als auch bei solchen ohne äusseres Blitzschutzsystem umgesetzt werden:

- DC-Strangleitungen parallel mit dem SPA-Leiter verlegen oder idealerweise verdrehen
- geschlossene metallische Kanäle verwenden
- Leiterschleifen in der DC-Verkabelung so klein wie möglich halten.

Um Induktionswirkungen zu minimieren, soll die Leiterschleifenfläche in der DC-Verkabelung einer PV-Anlage möglichst klein gehalten werden. Dies wird erreicht, indem der Plus- und der Minuspol der DC-Leitungen eng beieinander verlegt werden. Dadurch reduziert sich die Schleifenfläche, die für induktive Kopplung verantwortlich ist.

Eine kleinere Schleifenfläche verringert das Risiko, dass atmosphärische Überspannungen in das System eingekoppelt werden. Das durch Blitze erzeugte magnetische Feld kann so weniger effektiv Spannungen in den Leitungen induzieren. Diese Massnahme trägt wesentlich dazu bei, das Risiko von Schäden durch induzierte Überspannungen zu senken und die Zuverlässigkeit der PV-Anlage insgesamt zu erhöhen.

Es ist zwingend erforderlich, dass die in das Gebäude eingeführten Strangleitungen auch nach einem Überspannungsschutz (SPD) parallel zum Potenzialausgleichsleiter verlegt werden. Die in der NIN Kapitel 7.12 dargestellten Installationsvarianten empfehlen sogar eine konzentrische Umschliessung der PV-Leitungen. Dadurch ist mit galvanisch eingepprägten Teilblitzströmen zu rechnen (PV-Anlage in der LPZ0A). Der Teilblitzstrom verteilt sich auf alle Leiter, die in das Gebäude eingeführt werden.

Dies betrifft sämtliche Systeme, die aus der Blitzschutzzone LPZ 0A in das Gebäude gelangen, wie beispielsweise:

- Niederspannung- und Kleinspannungsleitungen
- Leitungen für Umweltdatenerfassung
- Pyranometer
- Datenleitungen zur Übertragung von Wechselrichterdaten usw.

4 Trennung von geschützten und ungeschützten Leitungen

.....

Bei der Verkabelung ist darauf zu achten, dass ungeschützte Leitungen aus der Blitzschutzzone LPZ0 getrennt von jenen Leitungen verlegt werden, die durch eine Überspannungsschutzeinrichtung geschützt sind.

Die Blitzschutzzone LPZ0 ist die Zone, die durch das ungedämpfte elektromagnetische Feld des Blitzes gefährdet ist. Die inneren Systeme können dem vollen oder einem anteiligen Blitzstrom ausgesetzt sein.



Abbildung 7: Geschützte und ungeschützte Leitungen, VSEK

4.1 Kanalsysteme, Kabeltrassees

Es sind separate Leitungskanäle oder Kabeltrassees zu verwenden, um ungeschützte Leitungen – also solche ohne Schutz durch Überspannungsschutzeinrichtungen (SPD) – von geschützten Leitungen zu trennen und unerwünschte Einkopplungen zu vermeiden. Zudem ist, wie bereits erwähnt, auch bei der Verlegung von AC- und DC-Leitungen sowie von Kommunikationsleitungen auf eine getrennte Leitungsführung zu achten.

4.2 Schutz gegen atmosphärische Überspannung

Atmosphärische Überspannungen entstehen durch Blitzeinschläge in der Umgebung oder durch elektrostatische Ladungen in Wolken.

Der Überspannungsschutz (innerer Blitzschutz) wird detailliert im Swissolar-Merkblatt Photovoltaik Nr. 3 «Erdung, Blitz- und Überspannungsschutz» beschrieben.

5 Planung der Leitungsverlegung

Die getrennte Leitungsführung sollte frühzeitig in die Planung einbezogen werden. Für den Bereich des Wechselrichterstandorts, an dem AC- und DC-Leitungen aufeinandertreffen, empfiehlt es sich, eine detaillierte Ansicht und einen Schnitt zu erstellen. Diese Darstellungen sollten alle relevanten Betriebsmittel wie Wechselrichter, Schalter, GAK-Boxen, Kommunikationsgeräte usw. sowie sämtliche Leitungen umfassen.

Dazu gehören:

- Kanäle, Rohre und Kabelführungen
- Erdungspunkte und Potenzialausgleich
- AC- und DC-Leitungen
- Kommunikationsleitungen

6 Zusammenfassung und weiterführende Informationen

6.1 Wichtige Schlüsselpunkte der getrennten Leitungsführung

- AC- und DC-Leitungen innerhalb der gleichen Blitzschutzzone müssen keine Schutzabstände haben.
- Bei geschützten und ungeschützten Leitungen ist eine Parallelführung generell zu vermeiden, und Trennungsabstände sind situativ zu berechnen.
- Geschlossene metallische Systeme sind ein einfaches Mittel, um die induktive Kopplung und die elektromagnetischen Felder zu reduzieren.
- Eine sorgfältige Planung erleichtert die Umsetzung und trägt wesentlich zur Einhaltung der notwendigen Schutzmassnahmen bei.

6.2 Weiterführende Informationen

- Swissolar-Merkblatt Photovoltaik Nr. 3 «Erdung, Blitz- und Überspannungsschutz»
- Swissolar-Kurs: Grundlagen Blitzschutz
- Swissolar-Kurs: Erdung, Potenzialausgleich und Blitzschutz
- SN 411000 Niederspannungs-Installationsnorm
- SN 414022:2024 Blitzschutzsysteme
- VKF-Brandschutzrichtlinie Blitzschutzsysteme

- CLC/TS 50539-12 Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung Überspannungsschutzgeräte für besondere Anwendungen einschliesslich Gleichspannung – Teil 12: Auswahl und Anwendungsgrundsätze – Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Photovoltaik-Installationen

7 Abkürzungen

AC	(Alternating Current, Wechselstrom)
DC	(Direct Current, Gleichstrom)
PV	(Photovoltaik)
NIV	(Niederspannungs-Installationsverordnung)
NIN	(Niederspannungs-Installationsnorm SN 411000)
ESTI	(Eidg. Starkstrominspektorat)
GAK	(Generatoranschlusskasten)
STC	(Standard Test Conditions)
SPA	(Schutzpotenzialausgleich)
SPD	(Surge Protection Device, Überspannungsableiter)
LPZ	(Lightning Protection Zone, Blitzschutzzone)
LEMP	(Lightning-Electromagnetic-Pulse, Blitzentladung)

Hinweis

Das vorliegende Merkblatt wurde mit grösstmöglicher Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte wird keine Gewähr geleistet. Insbesondere entbindet es nicht davon, die einschlägigen und aktuellen Empfehlungen, Normen und Vorschriften zu konsultieren und zu befolgen. Das vorliegende Merkblatt dient ausschliesslich Informationszwecken. Eine Haftung für Schäden, die aus dem Konsultieren bzw. Befolgen dieses Merkblatts entstehen, wird ausdrücklich abgelehnt.

Die Urheberrechte liegen bei Swissolar.

04/2025/Merkblatt-Nr. 21019d

Mit Unterstützung von



In Zusammenarbeit mit

