



Allgemeines Pflichtenheft

Inhaltsverzeichnis

1	Zweck des Dokuments	3
2	Anwendbare Normen und Vorschriften	4
2.1	Allgemeine Normen und Richtlinien.....	4
2.2	Spezifische Normen und Richtlinien	4
2.3	Normen und Richtlinien für Geräte	5
3	Übergeordnete Rahmenbedingungen	6
3.1	Projektphasen.....	6
3.2	Organisation der Baustelle	6
3.3	Verkehrssicherheit und Verkehrsführung während Eingriffen	6
3.4	Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz der Arbeitnehmenden	7
3.5	Ausführung	7
3.6	Technische Nachweise	8
4	Anforderungen an die PV-Anlage.....	9
4.1	Photovoltaikgenerator (PV-Module).....	9
4.2	Wechselrichter	12
4.3	AC und DC–Installation.....	13
4.4	DC-Steckerkompatibilität.....	14
4.5	Elektrische Schutzvorrichtungen	14
4.6	Anlagen-Kennzeichnung und Anlagen-Dokumentation	14
5	Einreichung von Dokumenten im Bewerbungsverfahren und den SIA- Projektphasen	14

1 Zweck des Dokuments

Dieses Allgemeine Pflichtenheft bildet integrierender Bestandteil des Bewerbungsverfahrens und wird als Anhang 3 zur Einladung zur Gesuchstellung aufgeführt. Es enthält die Anforderungen an die Planung, die Ausführung und den Betrieb von Photovoltaikanlagen entlang von oder auf Strasseninfrastruktur-Objekten des Kantons Bern.

Weitergehende, Objektklassen-spezifische Anforderungen sind ergänzend in spezifischen Pflichtenheften (Anhänge 3a, 3b und 3c) spezifiziert und bilden ebenso integrierenden Bestandteil der Einladung zur Gesuchstellung.

Die Normen, auf die in diesem Dokument verwiesen wird, sind massgebend. Spezifizierte Zahlenwerte gelten als verbindlich, es sei denn sie werden als Richtwerte oder Empfehlung ausgewiesen.

Es obliegt dem Gesuchsteller, sich zu vergewissern, dass sein Projekt die bei der Eingabe des Baugesuchs geltenden Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien erfüllt.

Die Bedingungen und Auflagen für die Nutzung eines Strasseninfrastruktur-Objektes für den Betrieb einer PV-Anlage werden nach der TBA-Vorprüfung des objektspezifischen Bauprojektdossiers in einer vom TBA erteilten Sondernutzungskonzession verbindlich festgelegt (Anhang 5 des Bewerbungsverfahrens).

Das vorliegende Pflichtenheft beschreibt die generischen Anforderungen an Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) auf allen Objektklassen. Im Rahmen des Berichts «Photovoltaik auf Strasseninfrastrukturen im Eigentum des Kantons Bern - Potentialanalyse» wurden alle Kantonsstrassen-Infrastrukturobjekte auf ihr PV-Potential hin untersucht. Die in der Potentialanalyse untersuchten Potentiale auf Kreisverkehrsflächen und bei Tunnelportalen werden aufgrund des geringen Gesamtpotentials nicht weiter untersucht und bilden daher nicht Bestandteil dieses Bewerbungsverfahrens.

Daher fokussiert dieses Bewerbungsverfahren auf folgende Objektklassen:

- Lärmschutzwände (LSW)
- Stützmauern (SM)
- Brücken und Viadukte
- Nationalstrassen-Rastplätze (exkl. Dachflächen auf Gebäuden im Baurecht, da diese nicht im Eigentum des Kantons stehen).

Das TBA tritt in den betreffenden Projekten weder als Investor noch als Abnehmer der erzeugten Energie auf, sondern prüft lediglich die Compliance der geplanten PV-Anlage in Bezug auf die Einhaltung der spezifizierten Anforderungen. Diese Prüfung erfolgt im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens, wobei eine Vorprüfung des Bauprojektdossiers durch das TBA erfolgen wird.

Alle Anforderungen in den nachstehenden Kapiteln und den Anhängen 3a bis 3c sind uneindeutig referenziert mit fortlaufender Nummerierung Anf. 3.X, Anf.3.a.X, Anf. 3.b.X und Anf. 3.c.X. Dabei wird in der Formulierung unterschieden zwischen Anforderungen, die erfüllt werden müssen (MUSS-Anforderungen) und Anforderungen, deren Erfüllung erwartet wird, aber Gestaltungsraum in der Erfüllung zulässt (SOLL-Anforderungen).

Fliesstext ist als Information zu betrachten, die den Kontext vermittelt, jedoch keine eigentlichen Anforderungen enthält.

2 Anwendbare Normen und Vorschriften

Die PV-Anlage (Material und Ausführung) unterliegt der Einhaltung der Normen und Richtlinien für photovoltaische Geräte und Anlagen sowie der Normen und Richtlinien für elektrische Niederspannungsinstallationen. Massgeblich sind die jeweils aktuellen Versionen der Normen und Richtlinien. Die wichtigsten anwendbaren Normen sind in den folgenden Unterkapiteln aufgeführt.

2.1 Allgemeine Normen und Richtlinien

NIV / RS 734.27	Niederspannungs-Installationsverordnung
NIBT / SN 411000	Niederspannungs-Installationsnorm
WV-CH 2021	Werkvorschriften CH, Technische Anschlussbedingungen (TAB), Branchenempfehlung VSE
WV (TAB) 2022	Regionale Werkvorschriften 2022
Ergänzung WV (TAB)	Sonderbestimmungen des lokalen VNB
ESTI Weisung 219	Energieerzeugungsanlagen (EEA) im Parallel- oder im Inselbetrieb mit dem Niederspannungsverteilnetz
ESTI Weisung 233	Photovoltaik (PV)-Stromversorgungssysteme
BauAV / RS 832.311.141	Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten
UVG, ArG	Unfallversicherungsgesetz, Arbeitsgesetz
EKAS-Richtlinie	EKAS6508
VKF-Brandschutzvorschriften	VKF-Brandschutzvorschriften 2015

2.2 Spezifische Normen und Richtlinien

SNR 464022	Blitzschutzsysteme
SN EN 62305-1 bis 4	Blitzschutz
SEV 4022: 2008	Leitsätze des SEV, Blitzschutzsysteme, 8.Ausgabe
SN HD 60364-7-712	Low-voltage electrical installations - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Photovoltaic (PV) systems
SN EN 61140	Schutz gegen elektrischen Schlag - Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel
SN EN 62446-1:2016/A1:2018(E)X	Photovoltaik (PV) Systeme - Anforderungen an Prüfung, Dokumentation und Instandhaltung - Teil 1: Netzgekoppelte Systeme - Dokumentation, Inbetriebnahmeprüfung und Prüfanforderungen
EN 61724-1	Betriebsverhalten von Photovoltaik-Systemen
SN EN 61000	Elektromagnetische Verträglichkeit
SNG 483755	Erden als Schutzmassnahme in elektrischen Starkstromanlagen
VKF-Brandschutzmerkblatt	Stand-der-Technik-Papier VKF-Brandschutzmerkblatt Solaranlagen (Update 2022), Swissolar
SNR 464113	Fundamentender
SIA 118	Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten
SIA 260	Grundlagen für Projektierung von Tragwerken
VSS 40090B	Projektierung, Grundlagen; Sichtweiten

VSS 40273A	Knoten; Sichtverhältnisse in Knoten in einer Ebene
VSS 40241	Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr; Fussgängerstreifen, insbesondere Kap. 14 Notwendige Sichtweite und 15 Erkennungsdistanz
VSS 40846	Signale; Anordnung an Haupt- und Nebenstrassen, insbesondere Kapitel 9
VSS 40886	Baustellen; Signalisation von Baustellen auf Haupt- und Nebenstrassen
BSG 732.11	Strassengesetz (SG), insbesondere Art. 83 Lichtraumprofil
SUVA 88820D	Neun lebenswichtige Regeln für den Verkehrsweg- und Tiefbau
-	Signalisation von Baustellen auf Haupt- und Nebenstrassen, Herausgeber: Kantonspolizei des Kantons Bern
-	Richtlinie Verhalten bei Bauarbeiten auf Kantonsstrassen, Herausgeber Tiefbauamt des Kantons Bern

2.3 Normen und Richtlinien für Geräte

Photovoltaische Module

IEC 61215	Terrestrische Photovoltaik (PV)-Module – Bauarteignung und Bauartzulassung
IEC 61646	Terrestrische Dünnschicht-Photovoltaik (PV)-Module Bauarteignung und Bauartzulassung
IEC 61701	Salznebel-Korrosionsprüfung von photovoltaischen (PV-)Modulen
IEC 62716	Photovoltaische (PV-)Module – Ammoniak-Korrosionsprüfung
IEC 61730	Photovoltaik (PV)-Module – Sicherheitsqualifikation

Wechselrichter

SN EN 62109-1 und SN EN 62109-2	Sicherheit von Wechselrichtern zur Anwendung in photovoltaischen Energiesystemen
SN EN 61000	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
IEC 62116	Photovoltaik-Wechselrichter für den Anschluss an das Stromversorgungsnetz Prüfverfahren für Massnahmen zur Verhinderung der Inselbildung
IEC 61727	Photovoltaische (PV) Systeme - Eigenschaften der Netz-Schnittstelle

DC Steckverbinder

SN EN 62852	Steckverbinder für Gleichspannungsanwendungen in Photovoltaik-Systemen
-------------	--

AC / DC Kabel

SN EN 50575	Starkstromkabel und -leitungen, Steuer- und Kommunikationskabel - Kabel und Leitungen für allgemeine Anwendungen in Bauwerken in Bezug auf die Anforderungen an das Brandverhalten
EN 50618	Kabel und Leitungen – Leitungen für Photovoltaik Systeme
EN 60811-2-1	Isolier- und Mantelwerkstoffe für Kabel und isolierte Leitungen
EN 60332-1-2	Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall

SN EN 60754-1	Prüfung der bei der Verbrennung der Werkstoffe von Kabeln und isolierten Leitungen entstehenden Gase
SN EN 61034	Messung der Rauchdichte von Kabeln und isolierten Leitungen beim Brennen unter definierten Bedingungen
IEC 62930	Elektrische Kabel für Fotovoltaikanlagen mit einer Nennspannung von 1,5 kV DC
EN 50396	Nicht-elektrische Prüfverfahren für Niederspannungskabel und -leitungen

3 Übergeordnete Rahmenbedingungen

3.1 Projektphasen

Photovoltaik-Projekte werden beim TBA analog anderer Bauprojekte gemäss Norm SIA 102 in verschiedene Projektphasen aufgeteilt:

Phase 3: Projektierung

- Vorprojekt (Phase 31)
- Bauprojekt (Phase 32)
- Bewilligungsverfahren (Phase 33)

Phase 4: Ausschreibung

Phase 5: Realisierung

- Ausführungsplanung (Phase 51)
- Ausführung (Phase 52)
- Inbetriebnahme, Abschluss (Phase 53)

Phase 6: Bewirtschaftung

- Betrieb (Phase 61)

In den nachfolgenden Formulierungen wird u.a. auch der Begriff «Eingriff» verwendet. Dieser ist gleichzusetzen mit Tätigkeiten für eine / an einer PV-Anlage in den Phasen 3, 5 und 6, welche eine physische Präsenz von Menschen und allenfalls Betriebsmitteln vor Ort entlang einer Kantonsstrasse bedingen (also auch planerische Tätigkeiten wie Begehungen, Messungen, Fotoaufnahmen, Absteckung vor Ort oder Nachweisführung).

3.2 Organisation der Baustelle

Anf.3.1. Als Teil des Bauprojektdossiers muss der Gesuchsteller dem TBA zur Vorprüfung ein Konzept unterbreiten, das mindestens folgende Punkte abdeckt:

- I. Verkehrsführung in unmittelbarer Nähe zur Baustelle / Eingriffsstelle (notwendige Sperrungen von Fahr- und Pannestreifen; Dauer der Sperrung, Signalisation), wenn unbedingt nötig auch notwendige grossräumigere Verkehrsumleitungen
- II. Transport und Zwischenlagerung von Materialien (Montageplatz)
- III. Gesundheitsschutz und Arbeitssicherheit der Arbeitnehmenden

Der Transport, die Lieferung und die Zwischenlagerung des Materials auf der Baustelle (Platz für die PV-Anlage) fallen in die Zuständigkeit des Gesuchstellers.

Es obliegt dem Gesuchsteller, darauf zu achten, dass Schäden an den Strasseninfrastruktur-Objekten, anderen Infrastrukturen Privater, Flora und Bodenflächen bei der Zwischenlagerung von Material, während der Ausführung, Inbetriebnahme und Bewirtschaftung der PV-Anlage vermieden werden.

3.3 Verkehrssicherheit und Verkehrsführung während Eingriffen

- Anf.3.2. In allen SIA-Phasen einer PV-Anlage (namentlich auch nach der Inbetriebnahme, also bei Eingriffen für Inspektion, Störungsbehebung, präventive Instandhaltung und Instandsetzung) muss die Verkehrssicherheit, Verkehrsführung und -fluidität zu jedem Zeitpunkt gewährleistet bleiben.
- Anf.3.3. Jegliche Eingriffe in allen SIA-Phasen, welche temporär das Lichtraumprofil der Kantonsstrasse tangieren könnten, müssen mit dem Einverständnis des TBA erfolgen.
- Anf.3.4. Das zuständige Strasseninspektorat muss hierzu vorgängig konsultiert werden.
- Anf.3.5. Bei Eingriffen sollen die verkehrlichen Auswirkungen und damit Behinderungen der Verkehrsteilnehmenden minimiert werden.
- Anf.3.6. Allfällige Verkehrsführungs-Massnahmen auf den Kantonsstrassen müssen vorgängig mit dem zuständigen Strasseninspektorat, der Kantonspolizei (Fachbereich Verkehr), den betroffenen Gemeinden und öffentlichen Transportunternehmen geregelt werden.
- Anf.3.7. Bei allen Aktivitäten in der Nähe oder innerhalb des Perimeters einer Kantonsstrasse muss die VSS-Norm 40 886_Signalisation von Baustellen auf Haupt- und Nebenstrassen berücksichtigt und angewendet werden.
- Anf.3.8. Fahrbahnsperren sollen dabei nach Möglichkeit vermieden werden.
- Die Anf.3.2 bis Anf.3.8 gelten für Eingriffe während der gesamten Anlagenlebensdauer, also neben den Phasen 52, 53 und 61 auch für die Phasen 3 und 51 (z.B. für Messungen, Fotoaufnahmen, die Absteckung vor Ort). Allenfalls kann eine Fahrbahn für eine beschränkte Zeit gesperrt werden (gemäss den Vorgaben des zuständigen Oberingenieurkreises).
- Anf.3.9. Wenn grossräumige Verkehrsumleitungs-Massnahmen erforderlich werden, so muss der Gesuchsteller die Zustimmung für die nötigen Umleitungsmassnahmen beim zuständigen Oberingenieurkreis frühzeitig einholen.
- Anf.3.10. Die Massnahmen zur Verkehrsführung und die verkehrlichen Auswirkungen der Phasen 52, 53 und 61 müssen als Teil des Baugesuches quantifiziert werden.
- Anf.3.11. Dazu muss ein Verkehrskonzept erstellt werden.

3.4 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz der Arbeitnehmenden

Der Gesuchsteller ist für die Einhaltung der Arbeitssicherheit gemäss den geltenden Vorschriften verantwortlich (dies gilt auch für seine Subunternehmer). Er hat darauf zu achten, dass die Sicherheit der Arbeitnehmenden den Regeln der schweizerischen Gesetzgebung entspricht und diese Regeln eingehalten werden.

- Anf.3.12. Die Arbeitssicherheits-Vorschriften der schweizerischen Gesetzgebung müssen beim Bau, Betrieb, Unterhalt, Rückbau eingehalten werden.
- Anf.3.13. Die Bauarbeiten müssen so geplant werden, dass das Risiko von Berufsunfällen, Berufskrankheiten oder Gesundheitsbeeinträchtigungen möglichst klein ist und die notwendigen Sicherheitsmassnahmen, namentlich bei der Verwendung von Arbeitsmitteln, eingehalten werden können (Artikel 3, Bauarbeitenverordnung).
- Anf.3.14. Der Gesuchsteller muss die notwendigen Massnahmen zur Verhinderung von Personenunfällen und Gesundheitsgefährdungen unbeteiligter Dritter (Besuchende der Raststätten, Verkehrsteilnehmende, Mitarbeitende der Raststätten) ergreifen.
- Anf.3.15. Der Gesuchsteller (späterer Auftraggeber) muss die volle Verantwortung für die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz seiner Auftragnehmenden wahrnehmen.
- Anf.3.16. Die Arbeitssicherheit und der Gesundheitsschutz des Personals müssen in allen SIA-Phasen gewährleistet sein.
- Anf.3.17. Der Gesuchsteller muss vor Baubeginn ein Baustellen-Sicherheitskonzept vorlegen, in dem die für die Arbeiten auf der Baustelle erforderlichen Sicherheits- und Gesundheitsschutzmassnahmen aufgezeigt werden und die Notfallorganisation geregelt ist (Artikel 4, Bauarbeitenverordnung).

Die im Zuge der Arbeitssicherheit entstehenden Kosten trägt der Gesuchsteller vollumfänglich.

3.5 Ausführung

- Anf.3.18. Der Gesuchsteller muss jederzeit Vorgaben und Standards des TBA in Bezug auf den Schutz und Werterhalt der Strasseninfrastruktur-Objekte einhalten.
- Anf.3.19. Der Gesuchsteller muss sicherstellen, dass sämtliche Arbeiten an den Infrastruktur-Objekten, insbesondere bei der Befestigung von Trägerstrukturen, von entsprechend qualifiziertem Personal fachgerecht ausgeführt werden.

- Anf.3.20. Der Schutz vor galvanischer Korrosion zum Erhalt der strukturellen Integrität und den langfristigen Werterhalt der Bauwerke muss gewährleistet sein.
- Anf.3.21. Materialpaarungen, welche eine Korrosion begünstigen, müssen vermieden werden.
- Anf.3.22. Auf Bohrungen in verzinkten Strukturen soll verzichtet werden, es sollen Klemmbefestigungen verwendet werden.
- Anf.3.23. Lassen sich Bohrungen in verzinkte Strukturen nicht vermeiden, so muss die konstruktive Lösung mit dem zuständigen Oberingenieurkreis abgestimmt werden.
- Anf.3.24. Neu angebrachte Bohrungen in bestehenden verzinkten Strukturen müssen mit Zinklack versiegelt werden, bevor die Verschraubung erfolgt.
- Anf.3.25. Lassen sich Bohrungen in nicht metallische Strukturen nicht vermeiden, so muss die konstruktive Lösung mit dem zuständigen Oberingenieurkreis abgestimmt werden.
- Anf.3.26. Bohrungen in nicht metallischen Strukturen müssen – wenn nicht vermeidbar - fachmännisch und mit korrekt gewartetem Werkzeug ausgeführt werden.
- Anf.3.27. Bohrungen in nicht metallischen Strukturen müssen entsprechend nach dem aktuellen Stand der Technik beim Montageprozess abgedichtet werden.
- Anf.3.28. Wenn Bohrungen in nichtmetallische Strukturen erfolgen, so müssen ihre Positionen geometrisch festgelegt und vom zuständigen OIK kontrolliert und freigegeben werden.
Dies ist notwendig, um Schäden an eingebauten Bauteilen zu vermeiden (wie an Vorspannkabeln, Bewehrungen, elektrischen Kabeln und anderen elektrischen Installationen, die in den Beton eingebaut sind).
- Anf.3.29. Die Integrität der Struktur der Strasseninfrastruktur-Objekte (und damit Strassensicherheit) muss trotz der für die Montage der LV-Anlage nötigen Veränderungen sichergestellt bleiben.

3.6 Technische Nachweise

Das TBA wird alle zu einem Objekt verfügbaren Unterlagen (Dokumentation ausgeführtes Werk) zur Verfügung stellen, soweit diese dem TBA vorliegen (die Bauwerke sind teilweise sehr alt, die "Bauwerks-Geschichte" ist nicht immer zu 100% verfügbar/dokumentiert).

- Anf.3.30. Die Nachweise gemäss Kapitel 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3 müssen in der Phase 32, also in der Projektierung (Erstellung des Bauprojekts) als Teil des Bauprojektdossiers für eine Vorprüfung an das TBA übermittelt werden.

3.6.1 Nachweis Statik

- Anf.3.31. Das Anbringen von PV-Modul Trägerelementen an den Strasseninfrastruktur-Objekten muss die strukturelle Sicherheit der Bauwerke weiterhin gewährleisten.
- Anf.3.32. Daher muss dem TBA die Umsetzbarkeit des vorgesehenen Befestigungssystems aufgezeigt werden.
- Anf.3.33. Der Zusatzbelastung durch Wind und Schnee muss dabei Rechnung getragen werden, der entsprechende Nachweis muss hierzu beigebracht werden.
- Anf.3.34. Der Gesuchsteller muss durch ein anerkanntes und legitimes Ingenieurbüro einen Nachweis der Baustatik erstellen lassen, der bestätigt und bescheinigt, dass das Bauwerk die in der kantonalen Nutzungsvereinbarung definierten Anforderungen sowie die Anforderungen an die Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Ermüdungsfestigkeit gemäss der SIA-Norm, gemäss welcher das Bauwerk dimensioniert wurde, trotz der zusätzlichen Belastung durch die PV-Anlage erfüllt.
- Anf.3.35. Es muss für den Baustatik-Nachweis mit typischen Durchschnitts-Gewichten für die PV-Panels und Wechselrichter gerechnet werden,
- Anf.3.36. Die Art des Nachweises und die Nachweistiefe (Abschätzung bis Simulation) muss vor Start des Bauprojekts mit dem zuständigen Oberingenieurkreis abgesprochen werden. Jeder Oberingenieurkreis verfügt über Kunstbauten-Ingenieure, welche die Kritikalität der Objekte gut kennen und eine gute Einschätzung machen können, welche minimale Tiefe der Nachweisführung notwendig sein wird.

3.6.2 Nachweis Lärmschutz

Die Installation von PV-Modulen auf einem Strasseninfrastruktur-Objekt darf die Strassenlärmsituation im betreffenden Abschnitt nicht beeinträchtigen. Befinden sich weder Liegenschaften mit lärmempfindlichen Räumen noch ungenutzte Bauparzellen im Umfeld des Objekts, so sind keine Abklärungen hinsichtlich Lärmschutz notwendig.

Objektspezifische Schalldruckpegel-Referenzmessungen oder Modelle liegen nicht vor. Es ist im Sinne des Tiefbauamts, wenn der Nachweis der unverminderten Lärmschutzwirkung möglichst ressourcenschonend erfolgen kann.

- Anf.3.37. Da die Ausgangslage je Lärmschutzwand sehr unterschiedlich sein kann, muss das objektspezifische Vorgehen zur Nachweisführung mit der Fachstelle Lärmschutz des TBA spätestens zum Start des Bauprojektes vereinbart sein.
- Anf.3.38. Dem Baugesuch muss ein Lärmgutachten beigelegt werden, das von einem anerkannten Planungsbüro für Lärmschutz erstellt ist und das nachweist, dass die Lärmimmissionen infolge PV-Installation an den benachbarten Liegenschaften mit lärmempfindlicher Nutzung über das ganze hörbare Frequenzband (20Hz bis 20kHz) nicht wahrnehmbar erhöht werden (Frequenzbewertung mit Filter-Typ A).
- Anf.3.39. Die Zunahme des bewerteten Schalldruckpegels muss weniger als 1 dB(A) betragen, dies muss in der Mitte der offenen Fenster von lärmempfindlichen Räumen in der Nachbarschaft nachgewiesen werden (LSV Art. 39, Ort der Ermittlung).
- Anf.3.40. Die Auswirkung der PV-Anlage auf die Lärmsituation muss durch Simulation bewertet und gegebenenfalls Messung überprüft werden.
- Anf.3.41. Bei der Simulation der Auswirkungen von kleinteiligen (kleinste Ausdehnung < 1m) oder auf Lärmschutzwände aufgesetzte Elemente stossen gängige Lärmberechnungsprogramme an ihre Grenzen. In diesen Fällen muss zwingend ein Nachweis mittels einer Messung erbracht werden.
- Anf.3.42. Zeigt die Messung, dass oben genannte Anforderungen nicht erfüllt werden können, müssen weitere Massnahmen zur Verbesserung der Situation ergriffen werden.
- Anf.3.43. Das Planungsbüro für Lärmschutz muss eine Studie erstellen, die die Situationen mit und ohne PV-Anlage vergleichend darstellt.
- Anf.3.44. Die Zunahme der Lärmbelastung darf nicht zu weiteren Überschreitungen der massgebenden Belastungsgrenzwerte und damit zu einer Sanierungspflicht durch den Strasseneigentümer führen. Die Zunahme des Lärms muss in solchen Fällen weniger als 0,5 dB (A) betragen.

3.6.3 Nachweis Blendung

Es ist zu gewährleisten, dass die Verkehrssicherheit durch eine eventuelle Reflexion von Licht und daraus entstehender Blendung nicht gefährdet wird.

- Anf.3.45. Der Gesuchsteller muss ein Gutachten zum Objekt einreichen und nachweisen, dass die Verkehrssicherheit durch Blendung zu keinem Zeitpunkt gefährdet werden kann (Tag - Sonne und Nacht - Strassenbeleuchtung und emittierende Lichtquellen Dritter wie von Fahrzeugen und Bauten).
- Anf.3.46. Die Blendung von Anwohnern muss überprüft werden.
- Anf.3.47. Es sollen Massnahmen ergriffen werden, um die Blendung von Anwohnern zu vermeiden.

Es ist nicht möglich, einen speziellen Grenzwert anzugeben, die Situation ist im Einzelfall zu prüfen. Mit dem kostenlosen Blendtool¹ des Kantons Bern kann eine erste Einschätzung der Situation vorgenommen werden.

4 Anforderungen an die PV-Anlage

4.1 Photovoltaikgenerator (PV-Module)

4.1.1 Position und Anordnung der PV-Module

¹ <https://www.blendtool.ch/>

In der Studie «Photovoltaik auf Strasseninfrastrukturen im Eigentum des Kantons Bern – Potentialanalyse» wurden verschiedene Montagevarianten skizziert. Andere Varianten sind ebenfalls zulässig soweit sie die Anforderungen zu erfüllen vermögen.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass PV-Module entlang von Kantonsstrassen erhöhten Beschädigungs-Risiken ausgesetzt sind (Steinwurf, Abfälle wie Glasflaschen). Dieser Sachverhalt ist bei der Wahl der Positionierung entsprechend zu berücksichtigen.

- Anf.3.48. Der Gesuchsteller muss seinem Angebot pro Objekt eine Skizze mit der groben Anordnung der PV-Module, der damit installierten Leistung sowie das zugehörige technische Datenblatt der auf dem Objekt vorgesehenen PV-Module beilegen.
- Anf.3.49. Bei Lärmschutzwänden mit Holz-Strukturen muss eine adäquate Hinterlüftung der Lärmschutzwand sichergestellt werden, um Holzschimmel und Fäulnis zu vermeiden.
- Anf.3.50. Die Montagevariante und Konstruktionen der Trägerbauwerke müssen im Bauprojektdossier dargelegt werden. Sie bilden eine wichtige Grundlage für die Vorprüfung durch das TBA.
- Anf.3.51. Der Gesuchsteller soll einen Kompromiss finden zwischen einfachem Komponentenzugang für Eingriffe in der Phase 61 und der Vermeidung von Vandalismus- und Personenschäden (unerlaubter Zugang, Beschädigungen und Stromschläge).
- Anf.3.52. Der Gesuchsteller soll die Inspektion und Unterhalt der Strasseninfrastruktur-Objekte trotz PV-Anlage möglichst effizient ermöglichen.
- Anf.3.53. Die Auswirkungen des Winterdienstes müssen bei der Wahl der Montagevariante sowie der Positionierung der Anlage berücksichtigt werden, um Schäden an den PV-Anlagen durch Eiswurf zu vermeiden.
- Anf.3.54. Die Auswirkungen der Grünpflege müssen bei der Wahl der Montagevariante sowie der Positionierung der Anlage berücksichtigt werden, um Schäden an den PV-Anlagen durch Steinwurf zu vermeiden.
- Anf.3.55. Bei Stützmauern, Lärmschutzwänden und Brücken muss ein Mindestabstand von 0.5m zwischen Unterkante des niedrigsten PV-Moduls und der Strassenbelags-Oberkante eingehalten werden.
- Anf.3.56. Ein allfälliger Mindestabstand muss in der Projektierung des Bauprojekts mit dem zuständigen Strasseninspektorat festgelegt werden.
- Anf.3.57. Es wird ein grösserer Mindestabstand von 1.0 m zwischen niedrigstem PV-Modul und Strassenbelags-Oberkante empfohlen (wegzuräumende Schneemengen, welche die PV-Panels zudecken oder beschädigen könnten, Nassschnee, Zugänglichkeit für maschinelle Grünpflege). Als Illustration des Sachverhalts mögen folgende Bilder dienen:



Die Inspektionsanforderungen pro Objekttyp sind in den Objektklassen-spezifischen Pflichtenheften beschrieben (Anhänge 3a, 3b und 3c).

4.1.2 Verkehrssicherheit

- Anf.3.58. Das Lichtraumprofil gemäss Art. 82 SG (BSG 732.11) muss strikte eingehalten werden. Dies gilt für alle Komponenten der PV-Anlage

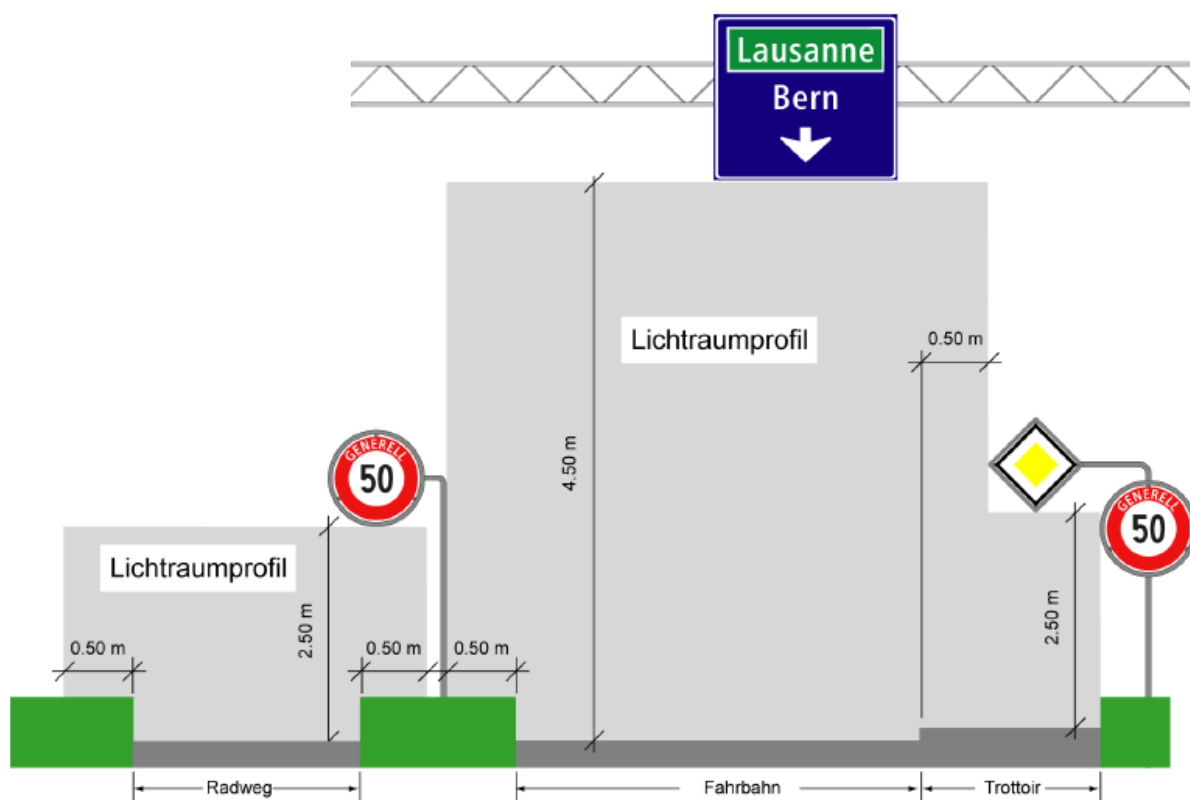


Abbildung 1: Abbildung 1 Lichtraumprofil gemäss Art. 83 Abs. 1-3 Strassengesetz (SG, BSG 732.11) aus Arbeitshilfe Lichtraumprofil (TBA)

- Anf.3.59. Die PV-Anlage muss die Anhalte- und Überholsichtweiten gemäss VSS 40090b, gemäss VSS 40273A und die notwendigen Sichtweiten und Erkennungsdistanzen bei Fussgängerstreifen gemäss VSS 40 241 garantieren.
- Anf.3.60. Die Sichtweite auf Signale muss gemäss VSS 40 846 mindestens der Anhaltesichtweite entsprechen.
- Anf.3.61. Die PV-Module müssen entlang der Kantonsstrassen in der Form eines durchgehenden Streifens installiert werden, der möglichst ebenflächig ist und so ein Verkeilen von Fahrzeugen in der PV-Anlage vermeidet.
- Anf.3.62. Auf vorstehende Rahmen oder unterbrochene Strukturen muss aus Verkehrssicherheitsgründen verzichtet werden.
- Anf.3.63. Für PV-Anlagen entlang der Fahrbahn muss der Gesuchsteller den Einfluss der PV-Anlagen bei einem Aufprall hinsichtlich Insassensicherheit prüfen und dazu eine Einschätzung mit Begründung erarbeiten.
- Anf.3.64. Die Installation von PV-Anlagen muss so erfolgen, dass sie nicht zu einem zusätzlichen Sicherheitsdefizit auf der Strecke führen
- Anf.3.65. Der Gesuchsteller muss für die durch die Installation von PV-Anlagen veränderten Strassenabschnitte ein Road Safety Audit der Streckenabschnitte vorlegen, um nachzuweisen, dass die PV-Anlagen nach ihrer Installation nicht zu einer zusätzlichen Gefährdung der Verkehrsteilnehmenden führt.
- Anf.3.66. Das Road Safety Audit muss durch eine zertifizierte Person durchgeführt werden.
Eine solche Zertifizierung kann beim VSS erworben werden ([Road Safety Audit - VSS](#)). Planungsbüros im Strassenbereich verfügen über solche zertifizierte Mitarbeitenden.
- Anf.3.67. Die Prägnanz und Wirkung von Signalen und Markierungen müssen trotz der Installation von PV-Anlagen unvermindert bleiben.
- Anf.3.68. PV-Anlagen müssen so geplant werden, dass sie keine Spiegelungen oder Abschattungen (insbesondere bei Nacht) verursachen, welche die Verkehrssicherheit beeinträchtigen könnten.
- Anf.3.69. PV-Anlagen sollen so projektiert werden, dass sie die Verkehrsteilnehmenden nicht ablenken.

Anf.3.70. Der Nachweis der Erfüllung der Anf.3.58 bis Anf.3.63 muss als Teil des Baugesuchs vorliegen und bildet Teil der Vorprüfung durch das TBA.

4.1.3 Reinigung PV-Module

Anf.3.71. Die Reinigung der PV-Module muss mit biologisch abbaubaren Produkten erfolgen, die keinesfalls den Strassenbelag, die Strassenentwässerung und das Umfeld der Strasseninfrastruktur-Objekte beeinträchtigen oder diese chemisch angreifen.

Anf.3.72. Bei den Reinigungsarbeiten müssen die Anf.3.2 bis Anf.3.7 zur Verkehrssicherheit eingehalten werden.

4.1.4 Landschaftliche Einbettung und ästhetische Ausgestaltung

Die zur Verfügung gestellten Objekte stellen ein wichtiges Element in der Landschaft dar. Es ist darauf zu achten, dass die Anlage ästhetischen Ansprüchen genügt und sich gut in das Landschaftsbild integriert.

Anf.3.73. Die Gesamtkonzeption (Typ, Anordnung, Form und Grösse der Moduloberflächen) soll den spezifischen Eigenschaften der Landschaft und der lokalen Architektur Rechnung tragen.

Anf.3.74. Allfällige Vorgaben des Denkmalschutzes, der Ortbildgestaltung oder des Ortbildschutzes müssen berücksichtigt werden.

Anf.3.75. Bauliche Ergänzungen (Trägerbauwerke) sollen unter Berücksichtigung der baulichen Form der bestehenden Objekte konzipiert werden.

Anf.3.76. Das gewählte technisch-ästhetische Konzept soll auf einem möglichst langen Abschnitt beibehalten werden.

Anf.3.77. Höhe und Form der Strukturen (PV-Module und Trägerbauwerke) sollen möglichst lange weitergeführt werden.

Anf.3.78. Besonderes Augenmerk soll auf die Farbe und die Struktur der Oberfläche der PV-Module und ihrer Befestigungselemente gelegt werden. Reflektierende Oberflächen und Farbkontraste sollen vermieden werden.

Anf.3.79. Innovative Lösungsansätze sind ausdrücklich erwünscht, um die landschaftliche Integration zu optimieren, sie fliessen in die Losbewertung mit ein.

Die landschaftliche Einbettung und ästhetische Ausgestaltung ist im Rahmen des Bauprojektdossiers auszuarbeiten.

Anf.3.80. Der Nachweis der Erfüllung der Anf.3.73 bis Anf.3.78 muss als Teil des Baugesuchs vorliegen und bildet Teil der Vorprüfung durch das TBA.

4.1.5 Erhalt Biodiversität

Anf.3.81. Grundsätzlich müssen Hecken und Feldgehölze, die geschützte Biotope darstellen, Bestand haben und dürfen nicht entfernt werden.

Anf.3.82. Sind solche geschützte Biotope oder andere Arten von schutzwürdigen Biotopen gemäss Artikel 18 Absatz 1 bis NHG vorhanden oder gibt es bestehende ökologische Ausgleichsflächen-Massnahmen, die bei der Bewilligung des Kantonsstrassenprojektes als Auflage verfügt wurden, oder Biodiversitätsflächen, die in Anwendung des Aktionsplans Strategie Biodiversität Schweiz (AP-SBS) des Bundesrates identifiziert wurden, so muss der Gesuchsteller die zuständige kantonale Behörde vor Einreichen des Baugesuches konsultieren und deren Vorgaben in die Erarbeitung des Bauprojektdossiers einfliessen lassen.

Weitere Informationen können auf den Webseiten des Kantons eingesehen werden².

4.2 Wechselrichter

Anf.3.83. Die Wechselrichter sollen auf der von der Strasse abgewandten Seite montiert werden. Ist dies nicht möglich, so können im Einzelfall vom TBA Ausnahmen zugelassen werden.

² <https://www.weu.be.ch/fr/start/themen/umwelt/naturschutz/planen-und-bauen.html>

- Anf.3.84. Solche Ausnahmen müssen vor Einreichen des Baubewilligungsgesuches mit dem zuständigen Oberingenieurkreis abgesprochen werden.
- Anf.3.85. Wechselrichter sollen in Technikschränken platziert werden. Sie dürfen nicht in allfälligen sicherheitsrelevanten Technikräumen oder Technikschränken des TBA installiert werden.
- Anf.3.86. Die Prüfung der Installation in bestehenden Technikräumen des TBA ist im Einzelfall möglich, wenn solche Technikräume oder Technikschränke keine sicherheitsrelevanten Einrichtungen (wie Verkehrssteuerungen und Leitsysteme) enthalten.
- Anf.3.87. Die Wechselrichter müssen so angeordnet werden, dass im Brandfall oder bei explodierenden Kondensatoren Schäden an den Infrastrukturen des TBA vermieden werden.
- Anf.3.88. Die Wechselrichter müssen im Brandfall rasch zugänglich sein.
- Anf.3.89. Das technische Datenblatt der Wechselrichter muss dem Baubewilligungsgesuch beigelegt werden. Weitere objekttyp-spezifische Anforderungen zur Platzierung von Wechselrichtern finden sich in den objekt-spezifischen Pflichtenheften (Anhänge 3a bis 3c).

4.3 AC und DC-Installation

- Anf.3.90. Die Rohre und Werkleitungskanäle des TBA dürfen weder für DC- noch für AC-Kabel verwendet werden.
- Anf.3.91. Der Gesuchsteller muss für das Baugesuch einen Situationsplan erarbeiten, der die Anordnung der Kabel und anderer elektrischer Anlagen sowie den geografischen Verlauf der Erdarbeiten für den Netzanschluss umfasst, und ihn vor Start der SIA-Phase 52 dem lokalen Energieversorger zur Überprüfung und zur Genehmigung unterbreiten.
- Anf.3.92. Ausserdem müssen die Revisionspläne bestehender Unterlagen zu Haupt- und Unterverteilungen vor dem Start der SIA-Phase 52 zur Überprüfung und zur Genehmigung dem lokalen Energieversorger unterbreitet werden.

4.4 DC-Steckerkompatibilität

Von grosser Bedeutung ist die Kompatibilität der eingesetzten DC-Stecker. Bei Steckerverbindungen unterschiedlicher Hersteller besteht ein grosses Brandgefahrenpotenzial. Die in Datenblättern erwähnte Steckerkompatibilität ist nicht hinreichend.

Anf.3.93. Es müssen Steckerpaare des gleichen Herstellers verwendet werden (wie z.B. Multicontact, Phoenix Contact).

4.5 Elektrische Schutzvorrichtungen

Der Gesuchsteller ist für die vorschriftsgemässe Lieferung und Einrichtung von Schutzvorrichtungen verantwortlich, insbesondere für den Blitz-/Überspannungsschutz und den Potenzialausgleich bis zu den mit dem Energieversorger zu definierenden Schnittstellen (Netzeinspeisung).

4.5.1 Schutzpotenzialausgleich

Anf.3.94. Der Schutzpotenzialausgleich muss der Norm SN EN 62446 Photovoltaik-Systeme sowie der ESTI-Weisung 233-0710 entsprechen.

4.5.2 Überspannungs- und Blitzschutz

Anf.3.95. PV-Anlagen müssen gemäss einem Überspannungsschutzkonzept errichtet werden.

Anf.3.96. Die Leitsätze der Norm SEV 4022: 2008 müssen eingehalten werden.

Anf.3.97. Die Überspannungsschutzelemente müssen fernüberwacht werden.

Anf.3.98. Die Versorgungsleitung (Netzeinspeisung) muss gegen die Gefahr eines direkten Blitzeinschlags abgesichert sein.

4.6 Anlagen-Kennzeichnung und Anlagen-Dokumentation

Anf.3.99. Die Ausführung der Kennzeichnung der PV-Anlage und die Systemdokumentation müssen den Vorschriften der geltenden Norm SN EN 62446 sowie des Stand-der-Technik-Papieres VKF-Brand-schutzmerkblatt Solaranlagen (Update 2022) von Swissolar entsprechen.

Es ist davon auszugehen, dass das TBA die Dokumentation des ausgeführten Werkes in ihrem Dokumenten-managementsystem (GEVER) übernimmt und im Strasseninformationssystem LOGO eine neue georeferen-zierte Anlagenklasse "Photovoltaikanlagen" schafft. Der Aufbau einer solchen neuen Anlagenklasse obliegt dem TBA, ebenso die Erfassung und Nachführung georeferenzierter Daten dieser neuen Anlagenklasse im LOGO. Dazu wird die Fachstelle GIS Vorgaben an Datenstruktur, Datenattribute, Datenformat und Datenqua-lität erarbeiten, damit die Datenübernahme automatisiert erfolgen kann.

Anf.3.100. Allfällige Veränderungen der Infrastruktur-Objekte des TBA müssen dokumentiert werden.

Anf.3.101. Die Anforderungen und Modalitäten zur Anlagendokumentation (Dokumentation ausgeführtes Werk) muss mit der Fachstelle Geoinformationssysteme des TBA abgestimmt werden.

5 Einreichung von Dokumenten im Bewerbungsverfahren und den SIA-Projektphasen

Anf.3.102. In Anlehnung an die Projektphasen der SIA 102 muss der Gesuchsteller in den unterschiedlichen Phasen Dokumente und Nachweise gemäss nachstehender Tabelle an das TBA einreichen.

Bewerbungsverfahren (Offerte)	Vorprüfung TBA (Grundlage für Baugesuch)	Ausführung	Betrieb
Pro Objekt: Objektdaten und Objektskizze		-	-
	Nachweis Haftpflichtversicherung: Schriftliche Bestätigung seiner Versicherungsgesellschaft oder	-	-

	eine Kopie seiner Police sowie seine letzte Zahlungsbestätigung		
-	Bestätigung Einhaltung der MUSS-Anforderungen aus den Anhängen 3, 3a bis 3c Erläuterungen, wie die SOLL-Anforderungen aus den Anhängen 3, 3a bis 3c erfüllt werden.		-
-	Detaillierter Installationsplan der PV-Module	Dokumentation ausgeführtes Werk (DaW)	Bei Anpassungen an der PV-Anlage: Nachführung DaW
-	Lärmschutz-Gutachten	Messtechnischer Nachweis Lärmschutz	Messtechnischer Nachweis Lärmschutz falls Anpassungen an der PV-Anlage erfolgen.
-	Baustatik-Gutachten unter Angabe der Lastfälle und berücksichtigten Normen	-	Nachgeführtes Gutachten falls Anpassungen an der PV-Anlage erfolgen.
-	Theoret. Blendschutz-Nachweis	Protokoll Überprüfung Blendschutz (lokale Begehung)	Protokoll Überprüfung Blendschutz falls Anpassungen an der PV-Anlage erfolgen.
-	Theoret. Nachweis Verkehrssicherheitsanforderungen	Protokoll Überprüfung Verkehrssicherheit (lokale Begehung)	Protokoll Überprüfung Verkehrssicherheit falls Anpassungen an der PV-Anlage erfolgen.
-	Konzept Verkehrsführung	Massnahmen zur Verkehrssignalisierung und Umleitungen während Ausführungsphase (inkl. nötiger Bewilligungen durch SI oder Baupolizei).	Massnahmen zur Verkehrssignalisierung und Umleitungen während Betriebsphase.
-	Konzept Materialtransport und Zwischenlagerung	-	-
-	Baustellen-Sicherheitskonzept	-	-
-	(Augmented Reality) Simulation der landschaftlichen Einbettung und ästhetischen Ausgestaltung.	Fotografische Dokumentation der landschaftlichen Einbettung und ästhetischen Ausgestaltung	-
-	-	Nachgeführte Elektropläne zu bestehenden Haupt- und Unterverteilungen, inkl. Freigabe durch EVU	Nachgeführte Elektropläne bei Anlagenveränderungen

-	Geplanter geografischer Verlauf der Erdarbeiten, inkl. Freigabe durch EVU	Tatsächlicher geografischer Verlauf der Erdarbeiten	-
-	Wartungskonzept PV-Anlage und Trägerstrukturen	-	Praktischer Feldnachweis Wartbarkeit PV-Anlage und Trägerstrukturen
-	Konzept Sicherstellung Winterdienst und Grünpflege	-	Praktischer Feldnachweis Umsetzbarkeit Winterdienst und Grünpflege
-	Raststätten: Bebauungsplan auf dem Rastplatz inkl. zeichnerischem Nachweis der Einhaltung Lichtraumprofile	Messtechnischer Nachweis der Einhaltung der Lichtraumprofil-Anforderungen auf den Park- und Verkehrsflächen.	-
-	Raststätten: Konstruktionspläne der Trägerstrukturen (Carports, Picknickplätze, Böschungen, Zäune).	Dokumentation ausgeführtes Werk (DaW)	Bei Anpassungen an der PV-Anlage: Nachführung DaW
-	-	Messprotokoll Wirkung Fundamenterdung	-
-	Raststätten: Entwässerungsplan	Dokumentation ausgeführtes Werk (DaW)	Bei Anpassungen an der PV-Anlage: Nachführung DaW
-	-	Georeferenzierte Anlagendaten gemäss Vorgabe TBA	Nachgeführte Georeferenzierte Anlagendaten bei Anlagenanpassungen.
Technische Datenblätter für die PV-Module, Wechselrichter und Schutzeinrichtungen.	-	Technische Datenblätter für die PV-Module, Wechselrichter, Kabel, Stecker und Schutzgeräte (Überspannungsschutz, Blitzschutz)	Datenblätter, wenn Ersatzprodukte zur Anwendung kommen.
-	Elektrisches Schema PV Anlage inkl. Schutzkomponenten bis Schnittstelle Netzeinspeisepunkt.	Elektrisches Schema PV Anlage inkl. Schutzkomponenten bis Netzeinspeisepunkt, Stückliste der verwendeten Komponenten	Nachgeführtes Schema und Stückliste bei Anlagenanpassungen.

Dokumentende