

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Starkstrominspektorat ESTI

SWISSOLAR 

 **energieschweiz**
Unser Engagement: unsere Zukunft.

Solar Update



Datum 6. Dezember 2017 – FHNW Olten



Agenda

- Planvorlagepflicht: Änderungen von bestehenden Anlagen
 - Vorlagepflicht von Energieerzeugungsanlagen im Grundsatz
 - Vorlagepflicht/ Meldepflicht bei Änderungen von bestehenden Anlagen
- Änderungen der ESTI-Weisungen 219. und 233.
 - Ergänzungen der Weisung 219. Version 1017
 - Anschlussregel nach VDE-AR-N 4105
 - Ergänzungen der Weisung 233. Version 1017
- Anforderung an «Privatleitungen» aus Sicht der NIV:
 - Anforderung an den Netzanschluss
 - Betreiber von privaten Arealnetzen
- Weitere Fragen:
 - Berechnung der maximalen Generatoren-Leerlaufspannung
 - Wechselrichterkonzept SolarEdge
 - Abnahmekontrollen durch das ESTI



Planvorlagen Photovoltaikanlagen

Planvorlagepflicht gemäss Art. 1 Abs. 1 Buchst. b VPeA SR; 734.25

Bestimmung AC-Seite Energie- Erzeugungsanlage	vorlagepflichtig beim ESTI gem. VPeA (SR 734.25)	meldepflichtig an Netzbetreibere- rin gem. NIV (SR 734.27 Art. 23)	meldepflichtig an ESTI gem. NIV (SR 734.27 Art. 35 Abs. 2)
stationär, mobil Netz-Parallelbetrieb			
≤ 3,6 kVA	Nein	Ja	Nein
> 3,6 kVA	Nein	Ja	Nein
> 30 kVA	Ja	Ja	Nein
stationär, mobil Inselbetrieb			
alle	Nein	Nein	Ja

Die Umschaltung (Netz/Null/Insel) ist bei der Netzbetreiberin meldepflichtig.

EEA über 1000 V AC und 1500 V DC sind in jedem Fall vorlagepflichtig.

Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten

3



Planvorlagen Photovoltaikanlagen

Plangenehmigungsverfügung

- Mit der Plangenehmigung erteilt das ESTI sämtliche nach Bundesrecht erforderlichen Bewilligungen (elektrische Bewilligung/ Baubewilligung) für das Erstellen der Energieerzeugungsanlage (Art. 16 Abs. 3 EleG),
- Die zu installierende Nennleistung AC-Wechselrichter, sowie die einzusetzenden Wechselrichter und PV-Module gemäss den mit dem Gesuch eingereichten Unterlagen und Konformitätserklärungen der Hersteller,
- Erstellung des Netzanschlusses mit bewilligtem Anschlussgesuch des zuständigen Verteilnetzbetreibers,
- Modulübersichtsplan mit Anordnung am Objekt, sowie der Verschaltung der PV-Module mit Bemessungsdaten der Module, Nicht abschliessend!

Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten

Das Eidgenössische Starkstromnetzamt ESTI

I. stellt fest:

- Am 07.12.2016 wurde dem ESTI die oben erwähnte Planvorlage vom 02.12.2015 unterbreitet.
- Technische Daten

Stromung: 8.4 kW
Zu erwartende Leistung: 188 kW Nennleistung AC-Wechselrichter

II. zitiert in Erwägung:

- Gemäss Art. 7 Abs. 1 des Bundesgesetzes über das Verwaltungsverfahren (VwVG, SR 172.221) hat eine Behörde ihre Zuständigkeit vor Antritt anzunehmen zu prüfen.
Gemäss Art. 15 Abs. 2 Buchst. a in Verbindung mit Art. 19 Abs. 2 des Elektrizitätsgesetzes (EleG, SR 734.0) und Art. 2 Abs. 1 Buchst. b der Verordnung über das Eidg. Starkstromnetzamt (ESTI, SR 734.24) erteilt sich das ESTI für die Realisierung und die Durchführung des Verfahrens, sowie den Erlaß der Verfügung als zuständig.
- Nach Art. 17 Abs. 1 Buchst. b EleG wird bei Anlagen, deren Änderung das äusserer Erscheinungsbild nicht wesentlich verändert, keine schutzrechtlichen Interessen Dritter berührt, was sich nur hinsichtlich auf Raum und Umwelt auswirkt, das vereinfachte Plangenehmigungsverfahren anzuwenden.
Diese Voraussetzungen sind vorliegend erfüllt, weshalb das vereinfachte Verfahren anzuwenden wird.
- Im vereinfachten Verfahren wird das Gesuch nicht publiziert und nicht öffentlich aufgelegt. Das ESTI unterbreitet die Plangenehmigung dem Bewilligten zur Einsicht innerhalb von 30 Tagen, soweit sie nicht vorher schriftlich ihre Einwilligung gegeben haben (vgl. Art. 17 Abs. 3 EleG). Das schriftliche Einverständnis der Betroffenen liegt vor.
- Nach Prüfung der eingereichten Planvorlage stellt das ESTI fest, dass die massgebenden Vorschriften der Elektrizitätsgesetzgebung, der Raumplanung, des Umweltschutzes sowie des Natur- und Heimatschutzes eingehalten sind. Die Vorlage kann demzufolge genehmigt werden.
- Mit der Plangenehmigung werden sämtliche nach Bundesrecht notwendigen Bewilligungen erteilt (Art. 15 Abs. 3 EleG).
- Mit dem Bau einer Anlage darf grundsätzlich erst begonnen werden, wenn die Verfügung über die Genehmigung der Pläne in Rechtskraft erwachsen ist (vgl. Art. 12 Abs. 1 der Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für elektrische Anlagen (VPeA, SR 734.25)). Das ESTI kann gestützt auf Art. 10 Abs. 1^{bis} VPeA jedoch mit der Plangenehmigung den sofortigen Beginn für die Anlage oder für Teile davon gestatten, sofern die Voraussetzungen nach den Buchstaben a-c erfüllt sind.
Die Vorlage kann unbedingten Einsprachen vorliegen, keine weitere Behörde vom Projekt betroffen ist und der Baubeginn keine irreversiblen Veränderungen mit sich bringt, kann der sofortige Baubeginn der Anlage gestattet werden.
- Gemäss Art. 3 Abs. 1 VwVG ist für die Genehmigung der Planvorlage eine Gebühr erhoben. In dieser ist die Abnahmekontrolle eingeschlossen.

24



Planvorlagen Photovoltaikanlagen

Auflagen der Plangenehmigungsverfügung

III. verfügt:

1. Die Planvorlage vom 02.12.2015, umfassend:

Gesuch um Plangenehmigung vom 02.12.2015

wird mit den nachstehenden Auflagen genehmigt.
2. Es gelten folgende Auflagen und Bedingungen:
 - 2.1 Die Plangenehmigung erlischt, wenn drei Jahre nach ihrer rechtskräftigen Erteilung mit der Ausführung des Bauvorhabens nicht begonnen worden ist (Art. 16i Abs. 1 EleG).
 - 2.2 Die Anlage ist nach den genehmigten Unterlagen zu erstellen. Ergeben sich während der Bauausführung zwingende Gründe für eine Abweichung von den genehmigten Plänen, so sind die Arbeiten zu unterbrechen, und das Inspektorat ist umgehend zu orientieren (vgl. Art. 10 Abs. 2 VPeA).
 - 2.3 Der Betriebsinhaber muss die Fertigstellung der Anlage dem ESTI schriftlich mitteilen und eine Bestätigung des Erstellers beilegen, aus welcher hervorgeht, dass die Anlage den Anforderungen der Gesetzgebung und den anerkannten Regeln der Technik entspricht (Art. 12 VPeA).



Planvorlagen Photovoltaikanlagen

Auflagen der Plangenehmigungsverfügung

- 2.4 Allfällige Ergänzungen, die sich anlässlich der Inspektion der fertigen Anlage als notwendig erweisen sollten, bleiben vorbehalten.
- 2.5 Die Anlage ist gemäss den gültigen Werkvorschriften des energieliefernden Werkes anzuschliessen, insbesondere ist die Netzqualität zu beachten.
- 2.6 Die Installation darf erst in Betrieb genommen werden, wenn die baubegleitende Erstprüfung bzw. die betriebsinterne Schlusskontrolle des Installateurs gemäss der Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (NIV, SR 734.27) erfolgt ist (Fertigstellungsanzeige an den Netzbetreiber gemäss den regionalen Werkvorschriften und separate Fertigstellungsanzeige an das ESTI gemäss Beilage dieser Verfügung).
- 2.7 Die Richtlinien des Eidg. Starkstrominspektorates (ESTI) betreffend Solar-Photovoltaik-Stromversorgungssysteme (Nr. ESTI 233.) sind einzuhalten.
- 2.8 Bezüglich Blitzschutz sind die Normen der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) massgebend. Ebenso die im Verzeichnis „Weitere Bestimmungen“ Nr. 41-03 aufgeführten Richtlinien und Normen zu Blitzschutzanlagen (u.a. Leitsätze des SEV Blitzschutzsysteme SNR 4022:2015).
- 2.9 Zusammen mit der Fertigstellungsanzeige ist der Sicherheitsnachweis (SiNa) für den DC- und AC-Anlageteil einzureichen. Für die Bewilligungsträger Art. 14 NIV gilt der Eintrag ins Journal der erstellten Anlagen als SiNa. Das Mess- und Prüfprotokoll der Anlage muss eingereicht werden.



Planvorlagen Photovoltaikanlagen

Änderungen von bestehenden Anlagen

- **Erweiterung einer bestehenden Anlage < 30.0 kVA:**
- Wird die angeschlossene AC-Nennleistung vom 30.0 KVA überschritten, so ist ein Gesuch vor Beginn der Arbeiten erforderlich und gilt sinngemäss auch für bestehenden Anlagen mit vorgängiger Plangenehmigungspflicht bis zum 01.12.2013 für 3.0 kVA von einphasigen Anlagen und 10.0 kVA bei mehrphasigen Anlagen.
- **Ersatz der Wechselrichter ohne Änderung der AC-Nennleistung:**
- Für den 1:1-Ersatz besteht keine Meldepflicht und keine Vorlagepflicht. Das Wechselrichter-Konzept (mit oder ohne galvanische Trennung) muss der gleichen Bauart entsprechen und die installierte AC-Nennleistung der/ des Wechselrichter muss gleich bleiben.
- **Ersatz der Wechselrichter durch Erneuerung bei älteren Anlagen:**
- Für den Ersatz der Wechselrichter bei bestehenden Anlagen, ohne Änderung des Wechselrichter-Konzeptes und ohne Änderung der installierten AC-Nennleistung besteht keine Meldepflicht und keine Vorlagepflicht.
- Ändert das Wechselrichter-Konzept bei gleich bleibender installierter AC-Nennleistung so ist besteht die Meldepflicht gegenüber der Abteilung Planvorlagen (PV) des ESTI.



Planvorlagen Photovoltaikanlagen

Änderungen von bestehenden Anlagen

- **Ersatz von PV-Modulen an bestehenden Anlagen:**
- Für den Ersatz von bestehenden Modulen (bsp. Hagelschaden) durch einzelne neue Module mit anderen Bemessungsdaten ohne den vorgenannten Änderungen der Wechselrichter, besteht eine Meldepflicht mit den entsprechenden Unterlagen.
- Für den Ersatz von bestehenden Modulen (bsp. 180 Wp gegen neue Module 230 Wp) entspricht diese Änderung nicht mehr den genehmigten Unterlagen. Es ist vorgängig ein Gesuch zur Plangenehmigung für die Änderung der Planvorlage einzureichen.
- Mit konkreten Leistungsangaben der Änderung kann vorab eine Anfrage an die Abteilung Planvorlagen des ESTI über die erforderliche Planvorlagepflicht erfolgen.
- Die Änderungen sind in jedem Fall mit den Bemessungsdaten der Module nach Herstellerangaben, sowie deren allfällig neuen Verschaltung und Anordnung entsprechend neu zu dokumentieren.



Planvorlagen Photovoltaikanlagen Änderungen von bestehenden Anlagen

- **Des Weiteren gilt:**
- Planvorlagepflichtige Änderungen dürfen nur mit rechtsgültigen Plangenehmigungen ausgeführt werden (vgl. Art. 16 Abs. 1. EleG; SR 734.0 und Art. 1 Abs. 1 Buchst. c VPeA; SR 734.25).
- Ein Abbruch einer bestehenden planvorlagepflichtigen Anlage, sowie Änderungen von Eigentumsverhältnissen sind meldepflichtig (vgl. Art. 15 Abs. 2 VPeA; SR 734.25).
- Wird eine Anlage abgebrochen und an einem neuen Standort erstellt, so hat eine entsprechende Abbruchmeldung zu erfolgen, sowie ist am neuen Standort vorgängig eine entsprechende Plangenehmigung erforderlich.
- Die Vollendung der Anlage/ Planvorlage ist mit Fertigstellungsanzeige mit sämtlichen der geforderten Unterlagen (Sicherheitsnachweise/ DC-Prüfdokumentationen) dem ESTI einzureichen.



Planvorlagen Photovoltaikanlagen Änderungen von bestehenden Anlagen

- **Pflichten der Betriebsinhaber/Eigentümer der Anlage:**
- Für Änderungen der Installationen der Anlagen sind entsprechende Installationsbewilligungen erforderlich (Art. 6 NIV), die baubegleitende Erstprüfung vor der Inbetriebnahme und Schlusskontrollen nach Art. 24 Abs. 1 und 2 NIV oder bei eingeschränkten Bewilligungen nach Art. 14 NIV (Solateure) nach Art. 25 Abs. 2 NIV sind durchzuführen.
- Die geforderten Prüfdokumentationen mit den Anforderung nach SN EN 62446, sowie die Prüfprotokolle und Sicherheitsnachweise sind zu erstellen und dem Eigentümer zu übergeben.
- Bei planvorlagepflichtigen Anlagen sind die Prüfdokumentationen und Sicherheitsnachweise mit der Fertigstellungsanzeige der Planvorlage dem ESTI einzureichen.
- Das ESTI kontrolliert vollendete Planvorlagen in der Regel innerhalb eines Jahres (vgl. Art. 13 VPeA; SR 734.25).
- Erfolgt keine Fertigstellungsanzeige an das ESTI, so wird der Betriebsinhaber der Planvorlage vor Ablauf der Rechtsgültigkeit der Planvorlage (3 Jahre) schriftlich aufgefordert, die geforderten Unterlagen und Fertigstellungsanzeige einzureichen. Das Inspektorat dann erst nach vier Jahren die Abnahme der Planvorlage vollzieht!



Planvorlagen Photovoltaikanlagen Änderungen von bestehenden Anlagen

- **Abnahme der Planvorlage:**
- Mit der teilrevidierten Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallations NIV; SR 734.27, welche ab dem 01.01.2018 in Kraft tritt, unterliegen sämtliche Energieerzeugungsanlagen einer Abnahmekontrolle nach Art. 35 Abs. 3 NIV durch ein vom Ersteller unabhängigen Kontrollorgan oder durch eine akkreditierte Inspektionsstelle.
- Diese Pflicht des Eigentümers innert sechs Monaten eine Abnahmekontrolle nach Art. 35 Abs. 3 NIV zu veranlassen, gilt es auch bei Änderungen von bestehenden Anlagen zu beachten.
- Bei planvorlagepflichtigen Photovoltaikanlagen wird die Abnahmekontrolle nach Art. 35 Abs. 3 NIV an mängelfreien Installationen durch das Inspektorat im Zuge der Abnahme der Planvorlage vollzogen.
- Ohne vorliegenden Prüfdokumentationen und Sicherheitsnachweise kann das ESTI die Abnahmekontrolle nicht durchführen und fordert diese mit dem Inspektionsbericht der Abnahme der Planvorlage ein. Eine Abnahmekontrolle nach Art. 35 Abs. 3 NIV wird durch das Inspektorat mit einer kostenpflichtigen Nachkontrolle ausgeführt.

Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten

11



Neue ESTI-Weisungen 219. und 233. Änderungen der ESTI-Weisung 219. Version 1017

- **Schutzeinrichtung nach Ziffer 9: Ergänzung Richtlinie/ Empfehlung des VSE NA-Schutz EEA 2014:**
- Für den Netzanschluss ist ein Entkuppelungsschutz (NA-Schutz) gemäss NA/EEA-CH 2014 Ziff. 7.3.2 nach Angaben der Netzbetreiberin vorzusehen.
- Die Prüfung des NA-Schutzes ist durch den EEA-Betreiber vorzunehmen und muss gemäss Art. 18 Abs. 2 Starkstromverordnung alle 5 Jahre durch den Betriebsinhaber der EEA überprüft werden.
- Für EEA sind folgende Schutzfunktionen zu erfüllen (siehe Tabelle 15 der NA/EEA-CH 2014):

Funktion	Empfohlene Schutzrelaiseinstellwerte	
Überspannungsschutz U> (10-min-Mittelwert)*	1.1 U _N	momentan
Überspannungsschutz U>>	1.15 U _N **	momentan
Unterspannungsschutz U<	0.80 U _N	momentan
Überfrequenzschutz f>	51.5 Hz (U > 70% U _N)	momentan
Unterfrequenzschutz f<	47.5 Hz (U > 70% U _N)	momentan
Inselnetzerkennung (z.B. Shiftverfahren im Stromrichter)	Abschaltung innerhalb 5 s nach Netztrennung	

Un: Nennspannung (230 V)
momentan = 50...150 ms (zur Vermeidung von Überfunktionen)
* kann auf dem Stromrichter realisiert werden.
** wenn kein 10-min-Mittelwert (U>) vorhanden, ist U>> 1.1 U_N
Hinweis: Rückfallverhältnisse (Hysterese) der Relais bzgl. Überfunktion/Wiederzuschaltung beachten.

Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten

12



Änderungen der ESTI-Weisung 219. Version 1017

- **Schutzeinrichtung nach Ziffer 9: Ergänzung Richtlinie/ Empfehlung des VSE NA-Schutz EEA 2014:**
- Der Minimalspannungsschutz muss dreiphasig ausgeführt sein, um auch einpolige Spannungseinbrüche sicher zu erkennen. Der Maximalspannungsschutz ist bei Asynchrongeneratoren ebenfalls dreiphasig auszuführen. Bei Synchrongeneratoren genügt ein einphasiger Schutz.
- In Anlagen mit Wechselrichtern ist die Ländereinstellung NA/EEA-CH zur berücksichtigen. Es wird die Ländereinstellungen DE empfohlen.
- Für Photovoltaikanlagen bis max. 16 A und 400 V (elektronische Wechselrichter) können auch die Werte nach SN EN 50438 Anforderungen für den Anschluss von Klein-Generatoren an das öffentliche Niederspannungsnetz (alt auch VDE 0126-1-1) angewendet werden.
- **Zuschaltbedingungen nach Ziffer 11:**
- Wechselrichter dürfen nur zugeschaltet werden, wenn sie auf ihrer Wechselstromseite spannungslos sind. Bei Inselbetriebsfähigen EEA mit Wechselrichtern, die nicht spannungslos zugeschaltet werden, sind die folgende Zuschaltbedingungen einzuhalten:
 - – Spannung U: 90 - 110 % UN
 - – Frequenz f: 47,5 – 50,05 Hz



Änderungen der ESTI-Weisung 219. Version 1017

- **Betrieb nach Ziffer 15:**
- In folgenden Fällen ist die Netzbetreiberin berechtigt, eine vorübergehende Begrenzung der Wirkleistungsabgabe oder eine Abschaltung der Anlage zu verlangen bzw. vorzunehmen, oder die EEA muss die Regelung automatisch vornehmen:
 - – Potenzielle Gefahr für den sicheren Systembetrieb;
 - – Engpässe bzw. Gefahr von Überlastungen im Netz des Verteilnetzbetreibers;
 - – Gefahr einer Inselnetzbildung;
 - – Gefährdung der statischen oder der dynamischen Netzstabilität;
 - – systemgefährdender Frequenzanstieg;
 - – Re-Synchronisation von Teilnetzen; im Rahmen des Netzsicherheitsmanagements.
- Das Frequenzverhalten ist im Kapitel 7.4.3.4 der VSE-Empfehlung NA/EEA-CH 2014 festgehalten.

+ Verknüpfungspunkt im Niederspannungsnetz gemäss AR-N 4105

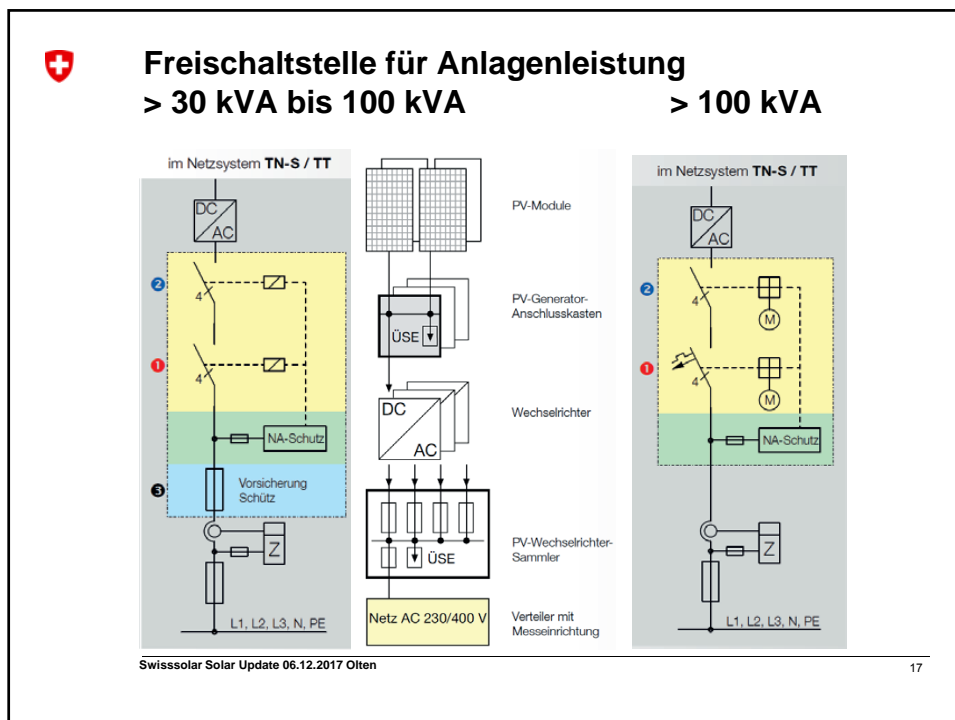
- Technische Mindestanforderungen für Anschluss- und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen im NS- Netz
- Hierbei ist entscheidend wo der Verknüpfungspunkt zum Netzbetreiber liegt.
- Neue Lösungen an der Schnittstelle von elektrischer Anlage und Netz unter anderem Photovoltaikanlagen.

Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten 15

+ Was ändert sich beim Netzanschluss von PV- Anlagen durch die neue Anwendungsregel AR-N 4105 Netz- und Anlagenschutz NA-EEA

- 6.4 Kuppelschalter
- 6.4.1 Allgemeines
- 6.4.2 Zentraler Kuppelschalter
- 6.4.3 Integrierter Kuppelschalter
- 6.5 Schutzeinrichtungen für den Kuppelschalter
- 6.5.1 Allgemeines
- 6.5.2 Schutzfunktionen
- 6.5.3 Inselnetzerkennung

Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten 16



17

Änderungen der ESTI-Weisung 233. Version 0717

- **Maximale Spannung der Anlage Ziffer 2:**
- Wie in der Niederspannungs-Installationsnorm SN 411000:2015 NIN Punkt 7.12.5.1.1.1 §3 aufgeführt, wurde die zulässige DC-Spannung für Indach- (oder in Fassaden) oder auf Dachanlagen von **maximal 1000 V DC** auch in die Weisung 233. übernommen, sowie die Anforderung der Prüfdokumentation mit Normenverweis auf die SN EN 62446 ist aufgeführt.
- **Netzurückwirkungen nach Ziffer 6.4.5:**
- Betreffend der Anforderung/ Konzipierung der Wechselrichter für Netzparallelbetrieb wird, nebst den geltenden Normen SN EN 50160 und D-A-CH-CZ, neu auch auf die Empfehlung Richtlinie des VSE NA-Schutz EEA, zur Einhaltung der Grenzwerte der zulässigen Netzbeeinflussung am Verknüpfungspunkt verweisen.
- **Netzparallelbetrieb nach Ziffer 6.4.6.2:**
- Bei Ausfall des Netzes muss eine sichere Netztrennung der PV-Anlage innert 5 s erfolgen. StV Art. 54 ESTI 219, Technische Bedingungen VSE Richtlinie NA/EEA-CH 2014/ VNB.
- Wenn wir eine Abweichung der Werte nach Tabelle 15 der Richtlinie NA/EEA-CH 2014 haben, soll in 200 ms abgeschaltet werden.
- Wenn wir eine Inselnetzerkennung (z.B. Shiftverfahren im Stromrichter) detektieren, soll die Abschaltung innerhalb 5 s nach Netztrennung erfolgen.

Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten

18



«Privatleitungen», Anforderungen gemäss NIV

- **Anforderung an den Netzanschluss**
- Grenzstelle zwischen der Anschlussleitung des Niederspannungsverteilnetzes und der Installation sind die Eingangsklemmen am Anschlussüberstromunterbrecher. Art. 2 Abs. 2 NIV
- Netzbetreiberinnen sind privat- und öffentlich rechtliche Unternehmen, welche ein Elektrizitätsverteilnetz für die Belieferung von Endverbraucherinnen- und verbraucher betreiben. Art. 2 Abs. 3 NIV

- Somit hat der Netzanschluss den Vorgaben des VNB zu entsprechen und ein Bewilligungsinhaber einer allgemeinen Installationsbewilligung nach Art. 7 oder 9 NIV hat eine entsprechende Installationsanzeige, sowie für die Energieerzeugungsanlage ein Anschlussgesuch einzureichen. Art. 23 NIV
- Änderungen an den Messeinrichtungen haben nach Vorgaben des VNB zu erfolgen, zukünftige andere Messeinrichtungen haben nach Vorgaben der StromVV und der Elcom zu entsprechen.



«Privatleitungen», Anforderungen gemäss NIV

- **Betreiber von privaten Arealnetzen**
- Arealnetzbetreiber, also Betreiber von einem Niederspannungsverteilnetz mit Verwaltung von eigenen Messeinrichtungen haben die hoheitlichen Aufgaben nach Artikel 33 der NIV wahrzunehmen.
- - Überwachen der eingehenden Sicherheitsnachweise, technische Kontrolle der Sicherheitsnachweise auf Richtigkeit und Vollständigkeit,
- - Anordnung von Massnahmen der Mängelbehebungen, Aufbewahrung der Sicherheitsnachweise,
- - Führen des Verzeichnisses der angeschlossenen Installationen nach Art. 33 Abs. 4 NIV,
- - Aufforderung der Eigentümer zur periodischen Kontrolle nach Art. 36 Abs. 1 NIV,
- - Zurückweisen von unvollständigen oder offensichtlich unrichtigen Sicherheitsnachweise
- Die Anforderung nach Art. 30 NIV an das Kontrollpersonal (kontrollberechtigtes Personal) muss gewährleistet sein.
- Netzbetreiberinnen unterstehen nach Art. 26 EleG; SR 734.0 der Aufsicht durch das Inspektorat.



Maximale PV-Generatoren-Spannung

Grundsätzlich gilt:

- Die zulässige DC-Spannung für PV-Anlagen an Gebäuden als Indach- oder auf Dachanlagen beträgt ≤ 1000 V DC. NIN 7.12.5.1.1 §3
- Die Bemessungsspannung der Betriebsmittel muss mindestens der maximalen Spannung des PV-Generators entsprechen. (Systemspannung der Module; DC-Eingangsspannung am Wechselrichter). NIN 7.12.5.1. §2
- Die maximale Spannung des PV-Generators berechnet sich wie folgt:
NIN 7.12.5.1.2

$$U_{G,max} = U_{G,0} \cdot n \cdot k_T$$

Legende

- $U_{G,0}$ Leerlaufspannung eines Moduls gem. Hersteller-Datenblatt (bei STC)
 n Anzahl der Module pro Strang
 k_T Korrekturfaktor für tiefe Temperaturen

Korrekturfaktoren k_T

- 1.15 für das gesamte schweizerische Mittelland ≤ 800 m ü M
 1.20 für alle Gebiete > 800 bis ≤ 1500 m ü M
 1.25 für alle Gebiete $= 1500$ m ü M



Mess- + Prüfprotokoll Photovoltaik Nr. 108881 Auftragsnummer 917147 Seite 1 von 2

Umgebungsbedingungen / Wetter Datum 31.10.14 Zeit 11:30 Temperatur 12 °C Einstrahlung W/m²

sonnig wechselhaft leicht bewölkt

Neendaten Wechselrichter Standort Wechselrichter UG Technikraum bei Hauptverteilung

WR N°	Zuordnung Stränge	Hersteller	WR Typ	P _{max} [kW]	galv. Trenn. Ja	VDE 0126-1 nein	Serien N° WR	Nietausfall. Pr.	R _{FA} [Ω]
1	Stränge 1S1-153	SMA Techn. AG	STP 15000 TL-10	15.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2110461181	I.O	0.09 Ω
2	Stränge 2S1-253	SMA Techn. AG	STP 15000 TL-10	15.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2110459798	I.O	0.11 Ω
3	Stränge 3S1-353	SMA Techn. AG	STP 15000 TL-10	15.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2110461174	I.O	0.08 Ω
4	Stränge 4S1-453	SMA Techn. AG	STP 15000 TL-10	15.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2110459798	I.O	0.07 Ω
5	Stränge 5S1-553	SMA Techn. AG	STP 15000 TL-10	15.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2110459773	I.O	0.08 Ω
6	Stränge 6S1-653	SMA Techn. AG	STP 15000 TL-10	15.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2110461264	I.O	0.09 Ω

Stimmen die eingesetzten Wechselrichter, die Zuordnung der Stränge mit den Tatsachen überein?

AC Messungen Wechselrichter

bis Anlagenschalter (Art. 14) externer FI Typ B erforderlich FI Typ
 vollständige Installation (Art. 7/9) allstromsensitive RDC-Einrichtung nach SN EN 61902 in WR integriert WR Norm SN EN 61902-1-2

Stromkreis Nr.	Wechselrichter Ort / Anlagenteil	Leitung / Kabel		Überstromschutzzeitr.	Messungen				Fehlerstromschutzzeitr.			
		Art Typ	Leiteranzahl / Quer. (mm ²)		I _n [A]	I _{n,akt.} [A]	I _{n,ende} [A]	R _{SO} [MΩ] / I _{SO} [mA]	Leitfähigk. Schutzl. [Ω]	I ₀ / Art [A]	I _{SO} [mA]	t _{SO} [ms]
F22	Wechselrichter WR1	TT-Flex	5*10	FI/LS C	32 A	1921 A	1325 A	623 MΩ	0.26 Ω	32/0.3	217 mA	38.2 ms
F23	Wechselrichter WR2	TT-Flex	5*10	FI/LS C	32 A	1885 A	1341 A	718 MΩ	0.34 Ω	32/0.3	208 mA	48.3 ms
F24	Wechselrichter WR3	TT-Flex	5*10	FI/LS C	32 A	1867 A	1278 A	572 MΩ	0.27 Ω	32/0.3	227 mA	56.4 ms
F25	Wechselrichter WR4	TT-Flex	5*10	FI/LS C	32 A	1909 A	1258 A	612 MΩ	0.37 Ω	32/0.3	217 mA	39.9 ms
F26	Wechselrichter WR5	TT-Flex	5*10	FI/LS C	32 A	1912 A	1283 A	556 MΩ	0.21 Ω	32/0.3	198 mA	48.7 ms
F27	Wechselrichter WR6	TT-Flex	5*10	FI/LS C	32 A	1903 A	1231 A	603 MΩ	0.22 Ω	32/0.3	217 mA	56.7 ms

Messungen komplett durchgeführt, sämtliche Wechselrichter aufgeführt?

Solargenerator Nenndaten

Typ N°	Modulhersteller	Modultyp	P _{mpo} [Wp]	U _{mpo} [V]	I _{mpo} [A]	I _{sc} [A]	U _{oc} [V]	Temp. Koeffizient
1	Bosch Solar Energy AG	c-Si M60 M245 38B monokristal.	245 Wp	245 Vp	8.25 A	8.60 A	36.80 V	-0.34%/K, -40 bis 85°C

- Die Herstellerangaben der eingesetzten PV-Module sind aufzuführen.
- Die Zuordnung zu den Strängen zu den Wechselrichtern und die Verschaltung der Module muss ersichtlich sein.

Solargenerator Nenndaten

Typ N°	Modulhersteller	Modultyp	P _{mpo} [Wp]	U _{mpo} [V]	I _{mpo} [A]	I _{sc} [A]	U _{oc} [V]	Temp. Koeffizient
1	Evergreen Solar GmbH	ES-D-200-fc7°	200 Wp	26.60 V	7.52 A	8.02 A	32.30 V	-0.31 %/K, 25 °C
2	Meyer Burger AG	3S MegaSlate 120 Wp	120 Wp	14.80 V	8.10 A	8.60 A	18.60 V	-0.31 %/K, 25 °C
3	Meyer Burger AG	3S MegaSlate 170 Wp	170 Wp	20.70 V	8.20 A	8.80 A	25.30 V	-0.31 %/K, 25 °C

DC Messungen		Verschaltung / STC Werte				DC-Verkabelung		Überstromschutz		Messungen					
Strang N°	Modultyp N°	Anz. Mod.	U _{oc} den. max. n x U _{oc} STC x T _K	I _{sc} STC x 1.25	max. I _{h0k}	Art Typ	Quersch.	Typ Charakt.	In [A]	R _{pk} [Ω]	U _{oc} [V]	R _{iso} [MΩ]	I _{sc} [A]	U _{mpo} [V]	I _{mpo} [A]
1.1	1	15 Mod	546.37 VDC	10.02	10.02	Rx	6 mm ²	In WR int.	15.0 A	0.08	---	28.9 MΩ	---	---	---
2.1	1	15 Mod	546.37 VDC	10.02	10.02	Rx	6 mm ²	In WR int.	15.0 A	0.08	---	32.1 MΩ	---	---	---
3.1	1	15 Mod	546.37 VDC	10.02	10.02	Rx	6 mm ²	In WR int.	15.0 A	0.11	---	33.8 MΩ	---	---	---
4.1	3	35 Mod	995.30 VDC	11.00	11.00	Rx	6 mm ²	In WR	33.0 A	0.06	---	23.1 MΩ	---	---	---
4.2	3	35 Mod	995.30 VDC	11.00	11.00	Rx	6 mm ²	integriert	33.0 A	0.06	---	22.8 MΩ	---	---	---
4.3	2	16 Mod	342.24 VDC	10.75	10.75	Rx	6 mm ²	Eing. A/B	33.0 A	0.06	---	29.9 MΩ	---	---	---
5.1	3	32 Mod	931.04 VDC	11.00	11.00	Rx	6 mm ²	In WR int.	33.0 A	0.06	---	29.9 MΩ	---	---	---
5.2	3	31 Mod	610.88 VDC	11.00	11.00	Rx	6 mm ²	Eing. A/B	11.0 A	0.06	---	28.9 MΩ	---	---	---

Maximale PV-Generatoren-Spannung

- Beispiel mit insgesamt 22 Module in Serieschaltung (Korrekturfaktor Meereshöhe 1.15 bis 800 m. ü. M):

$$U_{G,max} = U_{G,0} \cdot n \cdot k_T$$

Solargenerator Nenndaten

Typ N°	Modulhersteller	Modultyp	P _{mpo} [Wp]	U _{mpo} [V]	I _{mpo} [A]	I _{sc} [A]	U _{oc} [V]	Temp. Koeffizient
1	Bosch Solar Energy AG	c-Si M60 M245 38B monokristal.	245 Wp	245 Vp	8.25 A	8.60 A	36.80 V	-0.34%/K, -40 bis 85°C

- U_{G,max} = 36.80 VDC*1.15*23 Module=973.36 VDC
- Die maximale Eingangsspannung der Wechselrichter, sowie die maximale Systemspannung gemäss Angaben Modulhersteller müssen eingehalten sein!
- Anmerkung:
Für Module mit speziellen Temperaturkoeffizienten können diese Faktoren angepasst werden, sofern ein entsprechender Nachweis vorliegt.

Bei einer Berechnung mittels Temperaturkoeffizienten gemäss den Herstellerangaben der PV-Module, ist dies aber zusätzlich mit den Angaben der Ausrichtung Azimut und Neigungswinkel und somit maximal möglicher Einstrahlung im Winter (Dezember bis März) und Angaben der möglichen Tiefsttemperatur durch den Ersteller der Installation nachzuweisen.

Gemäss Langzeitstudie Swiss Meteo ist ersichtlich, dass im gesamten schweizerischen Mittelland eine möglich Tieftemperatur während dem Tag von **-15° Celsius** in den Wintermonaten möglich ist.

Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten

Wechselrichterkonzept SolarEdge

Ideal Conditions

Partial Shading

- Die PV-Module werden über Leistungsoptimierer betrieben (2 Module/ Optimizer),
- Die Leistungsoptimierer regulieren die Spannung am Modul, sowie den Strom innerhalb des Stranges,
- Bei Abschaltung liegen nach 1 VDC je Module an, somit bei 30 Modulen in Serie geschaltet noch 30 VDC am Eingang des Wechselrichter anstehen.

Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten 25

Wechselrichterkonzept SolarEdge

SolarEdge Dreiphasen-Wechselrichter
SE4K - SE17K

	SE4K	SE5K	SE7K	SE8K	SE9K	SE10K	SE12.5K	SE15K	SE16K	SE17K	
EINGANG											
Empfohlene Maximale DC-Leistung* (Modul STC)	5000	6250	8750	10000	11250	12500	15600	18750	20000	21250	W
Ohne Transformator, ungeerdet											Ja
Maximale Eingangsspannung											900 Vdc
DC-Nenningangsspannung											750 Vdc
Maximaler Eingangsstrom	7	8,5	12	13,5	15	16,5	21	22	23	23	Adc
Verpolungsschutz											Ja
Erdschlusserkennung											Empfindlichkeit 1MΩ
Maximaler Wirkungsgrad des Wechselrichters											98 %
Europäischer (gewichteter) Wirkungsgrad	97,3	97,3	97,3	97,5	97,5	97,6	97,7	97,6	97,7	97,7	%
Energieverbrauch nachts											< 2,5 W

- Die maximale Spannung bleibt auf 750 VDC begrenzt, die Betriebsspannung wird durch die Leistungsoptimierer geregelt.
- Es dürfen nur die bestimmten Wechselrichtertypen mit den dafür bestimmten Leistungsoptimierer eingesetzt werden.

Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten 26

Wechselrichterkonzept SolarEdge

SolarEdge Leistungsoptimierer

Modul Add-On P300 / P350 / P405 / P500

	P300 (für Module mit 60 Zellen)	P350 (für Module mit 72 Zellen)	P500 (für Module mit 96 Zellen)	P405 (für Dünnschichtmodule)	
EINGANG					
DC-Nenneingangsleistung ¹⁾	300	350	500	405	W
Absolute maximale Eingangsspannung (Voc bei geringster Temperatur)	48	60	80	125	Vdc
MPPT-Betriebsbereich	8 - 48	8 - 60	8 - 80	12,5 - 105	Vdc
Maximaler dauerhafter Eingangsstrom (Isc)	10				Adc
Maximaler Wirkungsgrad	99,5				%
Gewichteter Wirkungsgrad	98,8				%
Überspannungskategorie	II				
AUSGANG IM BETRIEB (LEISTUNGSOPTIMIERER VERBUNDEN MIT SOLAREEDGE WECHSELRICHTER IM BETRIEB)					
Maximaler Ausgangsstrom	15				Adc
Maximale Ausgangsbetriebspannung	60			85	Vdc
AUSGANG IM STANDBY (LEISTUNGSOPTIMIERER VOM SOLAREEDGE WECHSELRICHTER GETRENNT ODER SOLAREEDGE WECHSELRICHTER AUS)					
Sicherheitsausgangsspannung pro Leistungsoptimierer	1				Vdc
ERFÜLLTE NORMEN					
EMV	FCC Teil 15 Klasse B, IEC61000-6-2, IEC61000-6-3				
Sicherheit	IEC62109-1 (Sicherheitsklasse II), UL1741				
RoHS	Ja				
Brandschutz	VDE-AR-E 2100-712:2013-05				

- Die maximale Leistung je Strang darf nicht überschritten werden, die maximalen Leitungslängen innerhalb des Stranges und den Leistungsoptimierern ist einzuhalten.

Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten
27

Wechselrichterkonzept SolarEdge

ERFÜLLTE NORMEN					
EMV	FCC Teil 15 Klasse B, IEC61000-6-2, IEC61000-6-3				
Sicherheit	IEC62109-1 (Sicherheitsklasse II), UL1741				
RoHS	Ja				
Brandschutz	VDE-AR-E 2100-712:2013-05				
MECHANISCHE SPEZIFIKATIONEN					
Maximale Systemspannung	1000				Vdc
Abmessungen (B x L x H)	Serie Pxxx-2	141 x 212 x 40,5			mm
	Serie Pxxx-5	128 x 152 x 27,5	128 x 152 x 35	128 x 152 x 48	mm
	Serie Pxxx-2	950			
Gewicht (inklusive Kabel)	Serie Pxxx-5	770		930	g
Steckverbinder moduleseitig	MC4 ²⁾				
Ausgangssteckverbinder	MC4				
Länge des Ausgangskabels	0,95		1,2		m
Betriebstemperaturbereich	-40 - +85				°C
Schutzklasse	Serie Pxxx-2	IP65			
	Serie Pxxx-5	IP68			
Relative Luftfeuchtigkeit	0 - 100				%
<small>¹⁾ Modul-Nennleistung unter Standardbedingungen (STC). Modul mit bis zu +9% Leistungstoleranz. ²⁾ Für andere Steckverbinder-Typen kontaktieren Sie bitte SolarEdge.</small>					
AUSLEGUNG MIT SOLAREEDGE WECHSELRICHTER³⁾					
Minimale Stringlänge (Leistungsoptimierer)	P300,P350,P500	8		16	
	P405	6		13	
Maximale Stringlänge (Leistungsoptimierer)	25		50		
Maximale Leistung pro String	5250		11250		
Parallele Strings unterschiedlicher Länge oder Ausrichtung	Ja				

- Diese Vorgaben gilt es zu überprüfen, im Mess-/ Prüfprotokoll ist dieses Wechselrichterkonzept mit Angaben der maximal möglichen Spannung (tatsächliche Spannungsbegrenzung) zu deklarieren.

Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten
28

14

Abnahmekontrolle gemäss Art. 35 Abs. 3 NIV durch ESTI

- **Grundsätzlich gilt:**
- Mit der Mitteilung des ESTI aus dem Bulletin Electrosuisse/VSE 3/2017 wird auf das Vorgehen bei Abnahmekontrollen hingewiesen.
- Dem vom Ersteller der Installation unabhängigen Kontrollorgan hat grundsätzlich das Mess-/ Prüfprotokoll und/oder das Mess-/Prüfprotokoll Photovoltaik M+PP und der Sicherheitsnachweis, der durch den Ersteller durchgeführte Schlusskontrolle vorzuliegen.
- Findet die Abnahmekontrolle im Beisein des Installateurs statt, so haben dem Kontrollorgan zumindest die protokollierten Erstprüfungen vorzuliegen.
- Ohne diese vorliegenden Erstprüfungen (handschriftliche Notizen mit klar und eindeutigen Messpunkte und Angaben der zugehörigen Schutzeinrichtungen) vor Inbetriebnahme der Installation, somit das Kontrollorgan die Schlusskontrolle ausführt, sowie den Sicherheitsnachweis unten links unter Kontrolle des Installateurs zu unterzeichnen hat.
- Von den ausgeführten Installationen des Bewilligungsinhabers der eingeschränkten Bewilligung nach Art. 14 NIV, hat entweder das Verzeichnis mit den Ergebnissen der durchgeführten Erstprüfungen oder das Mess-/ Prüfprotokoll Photovoltaik M+PP vorzuliegen.

Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten

29

Abnahmekontrolle gemäss Art. 35 Abs. 3 NIV durch ESTI

- **Grundsätzlich gilt:**
- Die Abnahmekontrolle durch das ESTI kann nur mit vorliegenden Sicherheitsnachweis für den AC-Teil, dem Mess- und Prüfprotokoll Photovoltaik M+PP für den DC-Teil (vgl. Auflagepunkt 2.9 der Plangenehmigungsverfügung) und der vollständigen Dokumentation der Anlage, sowie an mängelfreien Installationen erfolgen.
- Bei erheblichen Mängeln wird die unabhängige Kontrolle nach NIV abgebrochen und der Eigentümer aufgefordert, diese nach Behebung sämtlicher Mängel zu veranlassen.
- Somit ein entsprechend neuer Sicherheitsnachweis (nach der Behebung) mit den Unterzeichnungen des Installateurs (Schlusskontrolle), sowie der unabhängigen Kontrolle (Abnahmekontrolle) eingefordert wird.
- Bei Ausführung der Installationen durch einen Bewilligungsinhaber der eingeschränkten Bewilligung Art. 14 NIV, wird dieser aufgefordert das neu erstellte Mess-/ Prüfprotokoll Photovoltaik (nach der Behebung) mit Unterzeichnung der zuständigen akkreditierten Inspektionsstelle nachzureichen oder es wird eine kostenpflichtige Nachkontrolle durch das ESTI durchgeführt.

Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten

30

Abnahmekontrolle gemäss Art. 35 Abs. 3 NIV durch ESTI

- **Ausführung der Abnahmekontrolle:**
- Unabhängig davon, ob nun die Abnahmekontrolle gemäss Art. 35 Abs. 3 NIV durch das ESTI ausgeführt wird oder durch andere Kontrollorgane vollzogen wurde, führt der ESTI-Inspektor stichprobenweise Messungen an den erstellten Installationen aus.
- Die entsprechenden Sicherheitsnachweise und Mess-/ Prüfprotokolle sind grundsätzlich gemäss den Auflagen der Plangenehmigungsverfügung einzureichen, damit diese dem ESTI-Inspektor vorliegen.
- Bei Fehlen diese Prüfdokumentationen und Nachweise, haben diese spätestens bei der Abnahme der Planvorlage vor Ort, als Kopien vorzuliegen und sind dem ESTI-Inspektor zu übergeben.
- Für die Ausführungen von Messungen haben alle eingesetzten Betriebsmittel (Wechselrichter/ Generatoren-Anschlusskasten/ Überspannungsschutzeinrichtungen/ Schaltgerätekombinationen) zugänglich zu sein.
- Sind Anlageteile auf Podesten angebracht, so hat der sichere Zugang/ Aufstieg gemäss SUVA-Richtlinien gewährleistet zu sein.



Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten

31

Abnahmekontrolle gemäss Art. 35 Abs. 3 NIV durch ESTI

- **Feststellungen des ESTI:**
- Die Fertigstellungsanzeigen werden nicht eingereicht. Der Betriebsinhaber der Planvorlage vor Ablauf der Rechtsgültigkeit der Planvorlage (3 Jahre) schriftlich aufgefordert wird, die Unterlagen und Fertigstellungsanzeige einzureichen.
- Somit die Abnahme der Planvorlagen, sowie die mutmassliche Abnahmekontrolle nach NIV dann nach ca. 4 Jahren seit der Erteilung der Genehmigung erfolgt. Die Abnahme der Planvorlage erfolgt gemäss Art. 13 VPpA in der Regel innerhalb eines Jahres nach der Fertigstellung.
- Die geforderten Unterlagen Sicherheitsnachweise/ Mess-/ Prüfprotokolle werden nicht vollständig oder gar nicht eingereicht.
- Die eingesetzten Betriebsmittel (PV-Module/ Wechselrichter) stimmen nicht mit den genehmigten Unterlagen überein.
- Die Betriebsmittel sind nicht zugänglich eine Abnahme der Planvorlage erst mit den zu erstellenden Podesten, sicheren Zugängen erfolgen kann (kostenpflichtige Nachkontrolle).

Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten

32



Fragen Diskussion:



Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten

33



Danke für Ihr strahlendes Interesse



Swissolar Solar Update 06.12.2017 Olten

34