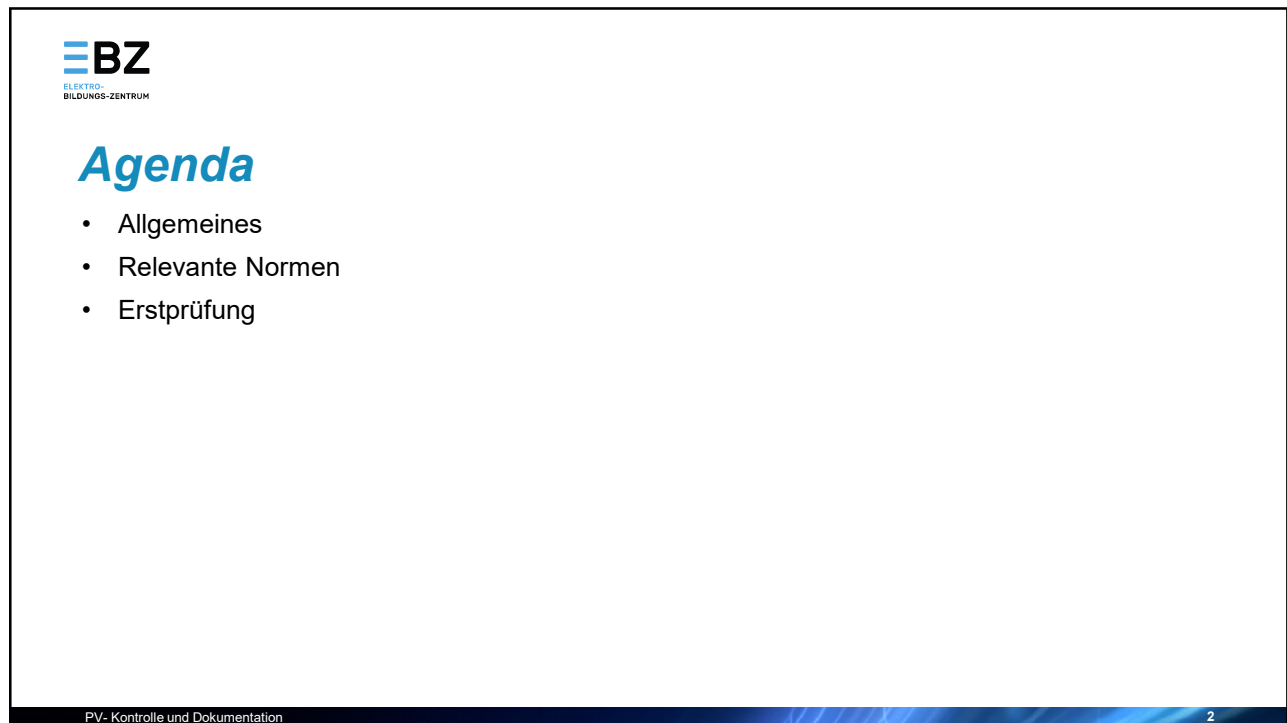




1




2

EBZ
ELEKTRO-
BILDUNGS-ZENTRUM


Normen


Relevante Normen - PV



Verordnung
über elektrische Niederspannungsinstallationen
(Niederspannungs-Installationsverordnung, NIV)

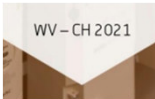
734.27






Schweizer Norm
Norme Suisse
Norma Svizzera

EN 62446-1+A1



VV - CH 2021



ESTI Weisung Nr. 220 / Version 0621

Anforderungen an Energieerzeugungsanlagen

PV- Kontrolle und Dokumentation

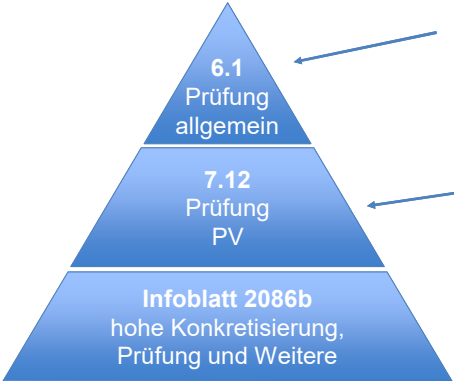
3

EBZ
ELEKTRO-
BILDUNGS-ZENTRUM

Normen

Relevante Normen - PV

Niederspannungs-Installationsnorm, NIN 2020 SN 411000:



7.12.6 Prüfungen

Folgende Isolationswerte sind erforderlich:
7.12.6 Tabelle 1: Isolationswerte

| Systemspannung ($U_{0cst} \times 1,25$) [V] | Prüfspannung [V] | kleinster Isolationswiderstand [MΩ] |
|---|---------------------|---|
| < 120 | 250 | 0,5 |
| 120 bis 500 | 500 | 1 |
| > 500 | 1000 | 1 |

SNG 491000 - 2086b

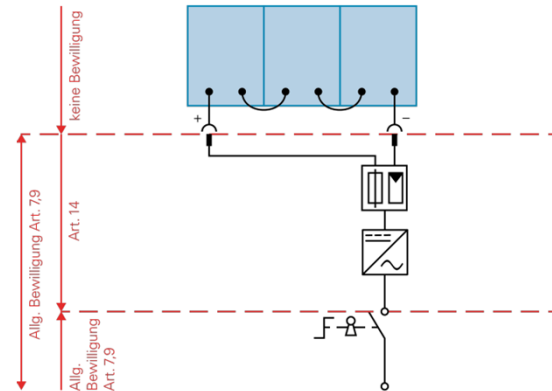
Prüfen von netzgekoppelten
Photovoltaik-Systemen
(EN 62446-1:2016)

PV- Kontrolle und Dokumentation

4

Relevante Normen - PV

Eine Bewilligung für die Installation und Prüfung der Anlage erhalten gemäss ESTI Weisung Nr. 220 die Personen nach NIV Art. 7, 9 und 14.



Relevante Normen - PV

| | NIV Art. 7 / 9 Installationsbewilligung für Personen und/oder Betriebe | NIV. Art. 14 – Eingeschränkte Installationsbewilligung für Installationsarbeiten an besonderen Anlagen |
|-----------------------|--|--|
| Installation | Bewilligt | Ab der Modulverkabelung bis zu den Abgangsklemmen des Anlageschalters. |
| Erstprüfung | Bewilligt gem. NIV Art. 24 | Bewilligt gem. NIV Art. 25 |
| Schlusskontrolle | Bewilligt gem. NIV Art. 24 | Bewilligt gem. NIV Art. 25 |
| Abnahmekontrolle | Innerhalb von 2 Monaten durch unabhängiges Kontrollorgan | Innerhalb von 2 Monaten durch akkreditierte Inspektionsstelle |
| Periodische Kontrolle | Gleiche Kontrollperiode wie Installationen des Objektes, Kontrolle durch unabhängiges Kontrollorgan oder akkreditierte Inspektionsstelle | |

Relevante Normen - PV

NIV Art. 24 Abs. 1

- Vor Inbetriebnahme von Teilen oder ganzen elektrischen Installationen ist eine **baubegleitende Erstprüfung** durchzuführen und zu Dokumentieren.
- Notwendige Inhalte der Erstprüfung ergeben sich aus Kapitel 6.1 der NIN.
- Verantwortlich dafür ist der Installateur, welcher die Anlage in Betrieb nimmt.

Relevante Normen - PV

ESTI Weisung Nr. 220 – Anforderungen an EEA

Erstprüfung

- SN EN 62446-1, Netzgekoppelte Systeme – Dokumentation, Inbetriebnahmeprüfung und Prüfungsanforderungen

Dokumentation

- Mess- und Prüfprotokoll (Photovoltaik)

Erstprüfung gem. SN EN 62446-1

Der Prüfablauf der Erstprüfung eine Photovoltaikanlage basiert auf den gleichen Grundlagen wie die Erstprüfungen gemäss NIN-Kapitel 6.1.

- Sichtprüfung
- Erproben
- Messen

Sichtprüfung

AC-Seite

- Systemkomponenten
- Montagesystem
- Schutz- und SPA-Leiter
- Schutzkonzept
- Auslegung Leistungsgrössen aufeinander abgestimmt

DC-Seite

- Systemkomponenten
- Schutzkonzept (RCD, NA-Schutz)
- Auslegung Leistungsgrössen aufeinander abgestimmt

Sichtprüfung

Aufschriften und Kennzeichnung

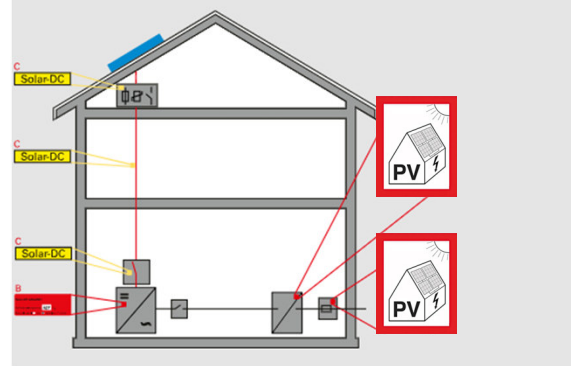
korrekte Kennzeichnung und richtiger Anschluss an Systemgeräte wie Schaltgeräte oder Wechselrichter



DC-Lasttrennschalter



7.12.5 Figur 1: Kennzeichnungen/Warnaufschriften für PV-Anlagen



11

Sichtprüfung

Notwendige Dokumentation

- Grundlegende Systemangaben (Projektdaten, Inhaber, IBN etc.)
- Prinzipschema der Anlage
- Schaltplan eines Stranges bei mehr als drei Strängen
- Datenblätter von Modulen und Wechselrichtern
- Montagekonstruktion
- Notsysteme
- Betriebs- und Wartungsangaben

12

Erproben & Messen

Allgemeines

- Prüfvorschrift muss der Grösse, dem Typ, der Lage und der Komplexität des betreffenden Systems entsprechen.
- Prüfungen der Kategorie 1 = Mindestanforderungen
- Prüfungen der Kategorie 2 = Erweiterte Prüffolge
- Zusätzliche Prüfungen = weitere Prüfungen, unter bestimmten Umständen

13

Erproben & Messen

Prüfvorschriften der Kategorie 1 – Alle Systeme

- Ist für alle Systeme anzuwenden
- AC-Prüfung wenn möglich vor der DC-Prüfung beenden
- Falls nicht möglich, müssen bestimmte funktionale AC-Prüfungen (z.B. Sicherstellung des einwandfreien AC-Betriebes) so lange aufgeschoben werden, bis die AC-Prüfung abgeschlossen ist.

14

Erproben & Messen Prüfverfahren – Kategorie 1 nach EN 62446

Was ist zwingend zu prüfen:

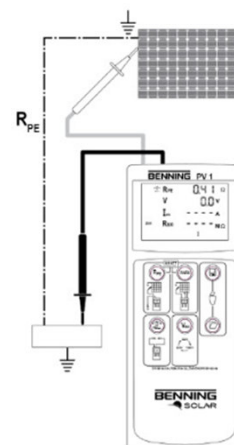
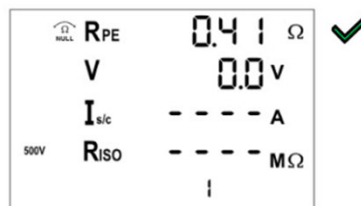
- Durchgängigkeit der Schutzleiter und Potentialausgleichsleiter
- Polarität aller Gleichstromkabel muss mit einer geeigneten Prüfvorrichtung geprüft werden
- korrekte Kennzeichnung und richtiger Anschluss an Systemgeräte wie Schaltgeräte oder Wechselrichter
- Prüfung des Generatoranschlusskastens um sicherzustellen, dass alle im Generatoranschlusskasten miteinander verbundenen Stränge korrekt angeschlossen sind
- Die Messung der Leerlaufspannung (U_{oc})
- Messung des Stroms eines PV-Strangs
- Messung des Kurzschlussstroms eines PV-Strangs
- Betriebsprüfung eines PV-Strangs
- Funktionsprüfungen
- Prüfung des Isolationswiderstands von PV-Arrays

15

Erproben & Messen

Durchgängigkeit der Schutzleiter und Potentialausgleichsleiter

Sofern auf der Gleichstromseite Schutzleiter und/oder Potentialausgleichsleiter angebracht sind, wie für den Potentialausgleich des Array-Rahmens, muss an allen derartigen Leitern die elektrische Durchgängigkeit geprüft werden. Der Anschluss an der Haupterdungsklemme sollte ebenfalls überprüft werden.



16

Erproben & Messen *Prüfverfahren – Kategorie 1 nach EN 62446*

Polarität aller Gleichstromkabel muss mit einer geeigneten Prüfvorrichtung geprüft werden

Die Polarität aller Gleichstromkabel muss mit einer geeigneten Prüfvorrichtung geprüft werden. Wenn die Polarität bestätigt wurde, müssen die Kabel kontrolliert werden, um sicherzustellen, dass sie korrekt gekennzeichnet und richtig an die Systemgeräte wie Schaltgeräte oder Wechselrichter angeschlossen sind.

MC4 Stecker sind in der Regel als Paar erhältlich. Der männliche Stecker bildet dabei das (+) und der weibliche Stecker (-)



PV- Kontrolle und Dokumentation

17

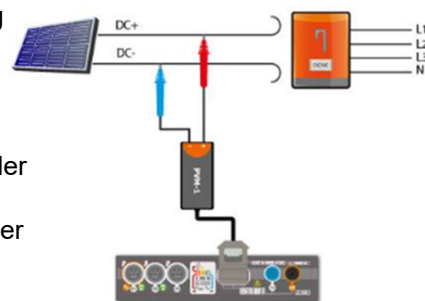
17

Erproben & Messen *Prüfverfahren – Kategorie 1 nach EN 62446*

Die Messung der Leerlaufspannung (U_{oc})

Die Messung der Leerlaufspannung (U_{oc}) im Prüfverfahren der Kategorie 1 dient der Überprüfung der korrekten Verkabelung der Modulstränge und besonders der Reihenschaltung der erwarteten Anzahl von Modulen im Strang.

Eine fehlende Verbindung oder eine fehlerhafte Verbindung der falschen Anzahl von Modulen im Strang ist besonders bei grossen Systemen ein relativ häufig vorkommender Fehler, der sich jedoch mit der Prüfung der Leerlaufspannung schnell ermitteln lässt.



PV- Kontrolle und Dokumentation

18

18

Erproben & Messen Prüfverfahren – Kategorie 1 nach EN 62446

- Methoden zur Auswertung der Messwerte (üblicherweise innerhalb von 5 %)
- Vergleich mit dem erwarteten Wert, der dem Datenblatt des Moduls entnommen oder von einem genauen PV-Modell abgeleitet wird, wobei der Typ und die Anzahl der Module und die Zelltemperatur des Moduls zu berücksichtigen sind
- Messen von U_{oc} an einem einzelnen Modul und anhand dieses Werts, Berechnung des für den Strang zu erwartenden Werts (am besten bei stabilen Bestrahlungsbedingungen geeignet)
- bei Systemen mit mehreren identischen Strängen und bei stabilen Bestrahlungsbedingungen lassen sich die Spannungen der einzelnen Stränge miteinander vergleichen;



Erproben & Messen Prüfverfahren – Kategorie 1 nach EN 62446

Kurzschlussprüfverfahren

- Es ist sicherzustellen, dass alle Schaltgeräte und Trennvorrichtungen offen und alle PV-Stränge gegeneinander isoliert sind.
- In dem zu prüfenden PV-Strang ist ein zeitweiliger Kurzschluss herzustellen. Dieser kann durch Nutzung einer der folgenden Methoden realisiert werden:
- Verwendung eines Prüfinstruments mit einer Kurzschlussmessfunktion (z. B. eine spezielle PV-Prüfvorrichtung)
- zeitweiliger Anschluss eines Kurzschlusskabels in der Schalteinrichtung für die Lastabschaltung, welche bereits im Stromkreis des Strangs installiert ist
- Anwendung eines „Kurzschluss-Prüfschaltkastens“ – ein für die Lastabschaltung bemessenes Schaltgerät, das zeitweilig in einen Stromkreis eingeschlaucht werden kann, um einen geschalteten Kurzschluss herzustellen.

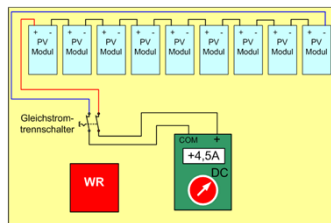
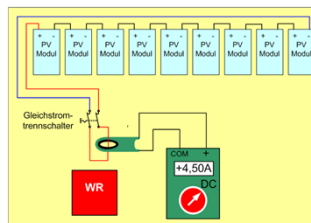
Erproben & Messen Prüfverfahren – Kategorie 1 nach EN 62446

Kurzschlussprüfverfahren

Das Prüfinstrument muss für höhere Messwerte ausgelegt sein als für den möglichen Kurzschlussstrom oder die Leerlaufspannung. Ausserdem müssen auch die Schaltgeräte und/oder der Kurzschlussleiter höher als der mögliche Kurzschlussstrom und die Leerlaufspannung bemessen sein.

Der Kurzschlussstrom kann dann entweder mit einer geeigneten Strommesszange, einem eingeschlauchten Strommessgerät oder einem Prüfinstrument mit einer Kurzschlussmessfunktion gemessen werden.

Der Kurzschlussstrom muss dann mit der Schalteinrichtung für die Lastabschaltung abgeschaltet werden.



PV- Kontrolle und Dokumentation

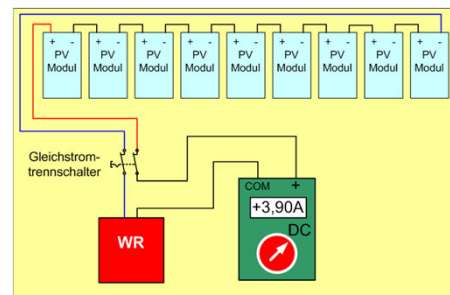
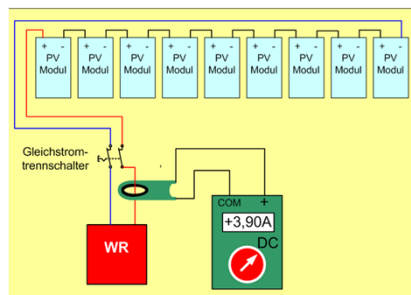
21

21

Erproben & Messen Prüfverfahren – Kategorie 1 nach EN 62446

Betriebsstrom eines PV-Strangs

Der Strom jedes PV-Strangs sollte bei eingeschaltetem System und in der üblichen Betriebsart gemessen werden. Dies erfolgt mit einer geeigneten, auf das Strangkabel geklemmten Strommesszange oder mit in den vom Hersteller in den Generatoranschluss-kästen eines PV-Strangs oder Wechselrichters integrierten Strommessgeräten/Stromwandlern.



PV- Kontrolle und Dokumentation

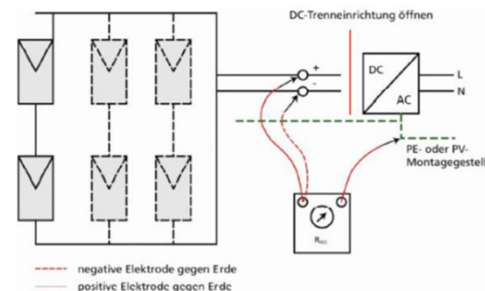
22

22

Erproben & Messen Prüfverfahren – Kategorie 1 nach EN 62446

Prüfung des Isolationswiderstands von PV-Arrays

- Diese Prüfung sollte mindestens an jedem PV-Array oder Teilarray wiederholt werden. Falls gefordert, ist es auch möglich, einzelne Stränge zu prüfen.
- PRÜFVERFAHREN 1: Prüfung zwischen der negativen Elektrode des PV-Arrays und Erde, gefolgt von einer Prüfung zwischen der positiven Elektrode des PV-Arrays und Erde.
- PRÜFVERFAHREN 2: Prüfung zwischen Erde und den miteinander kurzgeschlossenen negativen und positiven Elektroden des PV-Arrays.



| Systemspannung ($U_{PV}(stc) \times 1,25$) V | Prüfspannung V | Kleinst Isolationswiderstand MΩ |
|--|-------------------|------------------------------------|
| < 120 | 250 | 0,5 |
| 120 bis 500 | 500 | 1 |
| 500 bis 1 000 | 1 000 | 1 |
| > 1 000 | 1 500 | 1 |

Erproben & Messen Prüfverfahren – Kategorie 1 nach EN 62446

Funktionsprüfungen

Die folgenden Funktionsprüfungen sind durchzuführen:

1. Schaltgeräte und andere Steuereinrichtungen müssen geprüft werden, um ihren korrekten Betrieb, die ordnungsgemässe Montage und den ordnungsgemässen Anschluss sicherzustellen.
2. Alle Wechselrichter, die zum PV-System gehören, müssen geprüft werden, um ihren korrekten Betrieb sicherzustellen. Als Prüfverfahren sollte, das vom Hersteller des Wechselrichters festgelegte Verfahren angewendet werden.
3. Funktionsprüfungen, die eine Wechselstromversorgung erfordern (z. B. für Wechselrichterprüfungen), dürfen nur durchgeführt werden, nachdem die Wechselstromseite des Systems geprüft worden ist.

Erproben & Messen

Prüfvorschriften der Kategorie 2

- Zusätzliche Prüfungen für umfangreichere und komplexere Systeme
- Vorgängig sind alle Prüfungen der Kategorie 1 durchzuführen

Mögliche Prüfungen:

- I/U-Kennlinienprüfung des Stranges
- Infrarot-Prüfung

25

Erproben & Messen

Zusätzliche Prüfungen

- Unter bestimmten Umständen (z.B. Kundenwunsch oder Fehlersuche)

Mögliche zusätzliche Prüfungen:

- Spannung gegen Erde – Systeme mit Widerstandserdung
- Prüfung von Sperrdioden
- Isolationsprüfung im Nasszustand
- Bewertung der Schattenverhältnisse

26

Prüfbericht

Nach Abschluss der Prüfungen ist das Mess- und Prüfprotokoll ausgefüllt und unterzeichnet vorzulegen.

SN EN 62446-1

Mess- und Prüfprotokoll Photovoltaik

Markierung für Drahtlötlötstelle

Seite 1 von 1

Eintrag des Eigentümers der Installation

Name 1: _____ Vorname 1: _____
 Name 2: _____ Vorname 2: _____
 Strasse, Nr.: _____ PLZ, Ort: _____
 Tel. Nr.: _____

Eintrag des Elektroinstallateurs

Name 1: _____ Bsp. Nr. 1: _____
 Name 2: _____
 Strasse, Nr.: _____ PLZ, Ort: _____
 Tel. Nr.: _____

Eintrag des unabhängigen Kontrollorgans

Name 1: _____ Bsp. Nr. K.: _____
 Name 2: _____
 Strasse, Nr.: _____ PLZ, Ort: _____
 Tel. Nr.: _____

Ort der Installation

Strasse, Nr.: _____
 PLZ, Ort: _____

Objekt Nr.: _____
☐ Gebäudestrasse ☐ Grundstück
 mit Anlage Nr. / vom: _____
 Plananlage Nr. / vom: _____
 Bezeichnung Nr. / vom: _____

Netzbezieher

☐ ZIV / EVG

Durchgeführte Kontrollen

☐ Sichtkontrolle SE ☐ 1 Jahr
☐ Abnahmeprüfung AK ☐ 1 Jahr
☐ Periodische Kontrolle PK ☐ 1 Jahr
☐ 10 Jahre
☐ 20 Jahre

Kontrollperiode

☐ 1 Jahr ☐ 1 Jahr
☐ 1 Jahr ☐ 1 Jahr
☐ 10 Jahre ☐ 10 Jahre
☐ 20 Jahre ☐ 20 Jahre

Datum SK: _____ Datum AK / PK: _____

Prüfprotokoll Kategorie 1 (Ziffer 6 der SN EN 62446-1)

Die Funktionsprüfungen und Messungen der Kategorie 1 sind bei jeder PVA zwingend vorzunehmen (s. MP-PV Seite 3).

☐ keine Mängel festgestellt ☐

Prüfprotokoll Kategorie 2 (Ziffer 7 der SN EN 62446-1)

Zusätzliche Funktionsprüfungen und Messungen der Kategorie 2 (folgender Abschnitt) sind fakultativ und mit dem Eigentümer zu vereinbaren.

Prüfprotokoll Ergänzungen Kategorie 1

☐ Aufnahme (in Vertikale Bericht beiliegend) ☐ Prüfung Spannung gegen Erde (Bericht beiliegend)
☐ Aufnahme mit B-Verfahren (Bericht beiliegend) ☐ Prüfung Spannung (Bericht beiliegend)
☐ Aufnahme mit E-Verfahren (Bericht beiliegend) ☐ Prüfung Risiko im Nasszustand (Bericht beiliegend)

Kontrollberechtigt

Datum: _____ Unterschrift: _____
 Vorname, Name: _____

Unterstützungsberechtigt

Datum: _____ Unterschrift: _____
 Vorname, Name: _____

MP-PV PV NOV 2015 Seite 1 / 4 VDA _____

27

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Elektro-Bildungs-Zentrum
 Grendelbachstrasse 35
 8307 Effretikon

Telefon Sekretariat: 052 354 64 00
 Mail Sekretariat: info@ebz.ch

28