



Schlussbericht vom 08. Januar 2018

Akkreditierung des Solarwechselrichter- Testverfahrens für Forschungsplattform





Datum: 08. Januar 2018/ Nachtrag: 23.2. 2018

Ort: Burgdorf

Subventionsgeberin:

Schweizerische Eidgenossenschaft, handelnd durch das
Bundesamt für Energie BFE
Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprogramm
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Subventionsempfänger:

Labor für Photovoltaiksysteme
Berner Fachhochschule BFH
Technik und Informatik
Jlcoweg 1
CH-3400 Burgdorf
www.pvtest.ch

Autoren:

Prof. Urs Muntwyler, Labor für Photovoltaik, Berner Fachhochschule BFH, urs.muntwyler@bfh.ch
André Werder, Labor für Photovoltaik, Berner Fachhochschule BFH, andre.werder@bfh.ch

BFE-Programmleitung: Yasmine Calisesi, yasmine.calisesi@bfe.admin.ch
BFE-Projektbegleitung: Stefan Nowak, stefan.nowak@netenergy.ch
BFE-Vertragsnummer: SI/501082-01

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen; Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch



Zusammenfassung

Das Labor für Photovoltaiksysteme (PV LAB) der Berner Fachhochschule (BFH) führt schon seit seiner Gründung 1989 Tests an netzgebundenen Wechselrichtern durch. Um diese Kompetenz beim Testen nach internationalen Normen weiter zu festigen, wurde entschieden, das Labor als offizielles Prüflabor nach ISO/IEC17025 durch die schweizerische Akkreditierungsstelle (SAS) zertifizieren zu lassen. In diesem Zusammenhang wurde ein Managementhandbuch (MHB) erstellt und sämtliche Prozesse beschrieben und die zugehörigen Dokumente erstellt. Die Erstbegutachtung wurde im Dezember 2016 vorgenommen. Dabei wurden noch 14 Punkte zur Nachbearbeitung gefunden (davon lediglich 3 Nicht-Konformitäten) welche umgehend noch berichtigt wurden. Seit dem 20. September 2017 ist das PV LAB nun offiziell für 5 Jahre akkreditiert.

Résumé

Le laboratoire des systèmes photovoltaïque a décidé de se laisser accréditer du SAS comme laboratoire selon ISO/IEC17025. Pour ça, on a élaboré un manuel de gestion dans lequel tous les processus et les documents adéquats ont été définis.

L'audit initial a été en décembre 2017 et après quelques adaptations la nomination a été le 20 septembre 2017.

Abstract

The Photovoltaic Laboratory (PV LAB) of Bern University of Applied Sciences BFH in Switzerland has conducted inverter tests for grid-connected photovoltaic installations since 1989. In order to strengthen its competences in the execution of inverter tests based on international standards, the PV LAB at BFH currently seeks formal acknowledgement by means of accreditation from the Swiss State Secretariat of Economic Affairs (SECO). In the frame of this accreditation process, the PV LAB at BFH develops an electronic Quality Manual to be uploaded on the website (www.pvtest.ch). The Manual and associated documents are completed, integrated into the BFH internal quality software "QM-Pilot" and now tested. A progress review meeting with the Swiss Accreditation Service (SAS) in February 2015 identified the needs and way forward. A first audit of the PV LAB by SAS has been scheduled in December 2016.

The result of this audit was a list of 14 points for post processing, but just three of them have the status of substantial non-conformity.

These open points have been worked out and the accreditation finally has been approved by the SAS on the 19th of September 2017. The accreditation as: "Testing laboratory for mains-borne EMC conducted emissions and harmonics currents as well as efficiency measurements of grid connected photovoltaic inverters" is valid from the 20th September 2017 up to the 19th September 2022.



Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangslage.....	5
2.	Ziel des Projekts.....	6
3.	Grundlagen – Randbedingungen	6
4.	Vorgehen / Methode.....	7
5.	Ergebnisse	7
5.1.	PV-Batterie WR-Tests.....	7
5.2.	Sicherheit im Testraum	7
5.3.	Praxisräume für Studierende	8
5.4.	Management-Struktur des QM-Pilot	8
5.5.	Die Messungen im Einzelnen	14
5.5.1.	Messung des Gesamtwirkungsgrades	14
5.5.2.	EMV-Messung	15
5.5.3.	Messung von Oberschwingungs-Strömen ins Stromnetz	16
5.6.	Erkenntnisse	16
5.7.	Würdigung der Ergebnisse	17

1. Ausgangslage

Das PV LAB der Berner Fachhochschule in Burgdorf führt seit 1989 Tests von Wechselrichtern für netzgekoppelte PV-Anlagen durch. Anfangs wurden unter anderem DC-AC-Umwandlungswirkungsgrad und Oberschwingungsströme mit der schuleigenen PV-Dachanlage (60kW) getestet und untersucht, die eigens dafür konstruiert wurde. Im Jahre 2005 wurden weitere Tests eingeführt, wie Messung des statischen und dynamischen MPP-Trackingverhaltens und die vom PV LAB eingeführte Grösse "Gesamtwirkungsgrad" oder "totaler Wirkungsgrad" η_{tot} .

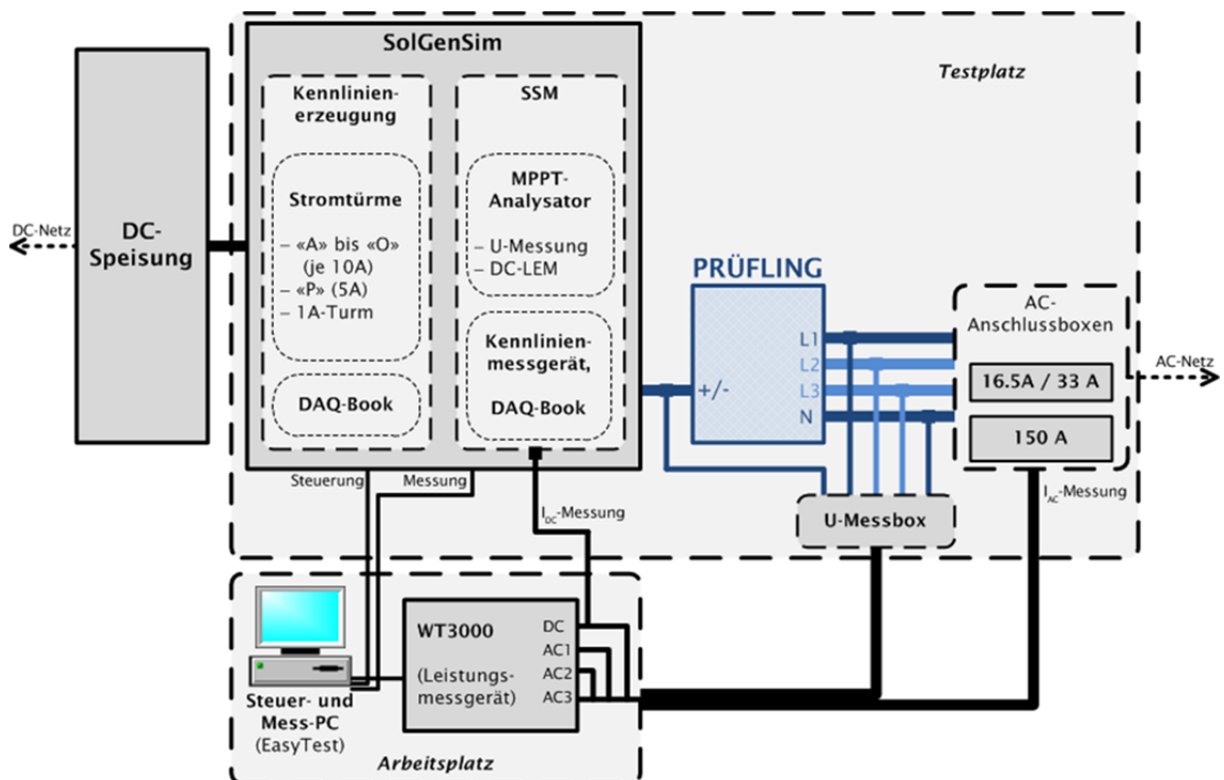


Abb. 1: Schema einer Wirkungsgradmessung

Dieser Gesamtwirkungsgrad eignet sich sehr gut zur ganzheitlichen Beschreibung des Verhaltens von Wechselrichtern und wurde zunehmend auch von anderen Institutionen und von der Fachpresse (z.B. Photon) verwendet. Wegen der notwendigen sehr hohen Stabilität sind hochpräzise Messungen des MPP-Tracking-Wirkungsgrades resp. -Anpassungsgrades und des Gesamtwirkungsgrades an realen PV-Generatoren nicht möglich. Zur Messung des MPPT-Verhaltens und des Gesamtwirkungsgrades sind computergesteuerte Solargenerator-Simulatoren (SolGenSim) im Rahmen von verschiedenen Forschungsprojekten im PV LAB entwickelt, programmiert und optimiert worden. Die im PV LAB verwendeten Testprozeduren für das dynamische und statische Trackingverhalten sind in der Norm EN50530 festgehalten.

Die elektromagnetische Verträglichkeit EMV (leitungsgebundene Störaussendungen) ist ein weiterer wichtiger Punkt bei der Qualität von netzgebundenen Wechselrichtern und somit der Netzqualität und wird mit den Grenzwerten in der Norm CISPR 11 (vormals EN61000-6-3 (Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe) resp. EN61000-6-4 (Industriebereich)) festgehalten. Zudem können Oberschwingungsströme nach Norm EN61000-3-2 und EN61000-3-12 ermittelt



werden. Dank dieser Testprozeduren hat sich gesamthaft die Qualität von netzgebundenen Wechselrichter erheblich verbessert.

Das Prüflabor hat mit seiner langjährigen Erfahrung im Testen von Solarwechselrichtern, den Publikationen und den Forschungsprojekten einen Beitrag zur Verbesserung von Solarwechselrichtern geleistet und grosse Kompetenz auf diesem Gebiet bewiesen.

2. Ziel des Projekts

Um diese Kompetenz weiter auszubauen und von einer unabhängigen Stelle bestätigen zu lassen, hat sich das Prüflabor für die Akkreditierung nach ISO/IEC 17025 entschieden und ein Akkreditierungsverfahren bei der Schweizerischen Akkreditierung Stelle (SAS), Lindenweg 50, CH-3003 Bern-Wabern eröffnet.



Abb. 2: Der Umzug des 100kW-SolGenSim in den neuen Laborraum für Wechselrichtertests (WRT) war erfolgreich.

3. Grundlagen – Randbedingungen

Die Testinfrastruktur des PV-WR-Tests an der BFH TI belegte verschiedene Räume im Erd- und Untergeschoss des Gebäudes „Tiergarten“ am Jlcoweg 1 in 34000 Burgdorf. Aus Raumgründen befand sich der wichtigste Testgenerator mit 100 kW im Keller. Im Keller befinden sich die rotierenden Maschinen für die Erzeugung der DC-Energie für die SolGenSim. Vorteil der rotierenden Maschinen ist die für die Messung vorteilhafte EMV-Situation im Vergleich zu getakteten DC-Speisungen. Im Keller befindet sich auch die Kühlgruppe des 3x 11,5 kWp Multitracker-Tester. Weil der 100 kW-SolGenSim luftgekühlt ist, ergibt das eine sehr unangenehm laute und zugige Arbeitssituation. Der Zugang zu diesem Test war zudem allgemein zugänglich.



4. Vorgehen / Methode

Im Rahmen der Akkreditierung wurden die Testplätze zusammengelegt und im Erdgeschoss neu installiert. Damit sind die Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter besser. Im Zuge der Akkreditierung wurde der 100kW Testplatz von den rotierenden Maschinen räumlich getrennt. Neu wurde eine geerdete Bodenplatte eingebaut und die Leistungsanspeisungen neu verlegt und verstärkt. Zusätzlich wurden neue Netznachbildungen gebaut und homologiert. Die neue Anordnung machte verschiedene neue Kabel nötig. Deren Fertigung ist durch die grossen Querschnitte der Kabel und Stecker anspruchsvoll. Sie wurden intern durch unsere Fachleute produziert. Damit befinden sich nun alle Geräte und Testplätze in einem Raum, dessen Zugang mit einem Zutrittssystem geregelt ist.

5. Ergebnisse

Der Testraum im Erdgeschoss wurde neu eingerichtet. Es befinden sich dort drei Solarsimulatoren und Testkonfigurationen:

- 100 kWp SolGenSim für sehr kleine und sehr grosse Leistungen (luftgekühlt)
- 3x11,5 kWp Multi-Tracker SolGenSim (wassergekühlt)
- 12 kWp SolGenSim für kleinere Leistungen und Hilfsspeisungen (luftgekühlt)

Im Rahmen der Testkonfigurationen sind 4 Yokogawa Leistungsmessgeräte im Einsatz (Anschaffung BFH-Eigenmittel). Im Rahmen der Akkreditierung wurden mit BFH-Eigenmitteln eine DC-Last „Chroma 63211“ 15,6 kW (30-150 A/ 250-1'000V) und eine 30 kVA AC-Last „energia EL-30“ für einen automatisierten Testablauf angeschafft. Die AC-Last führt ihre zugeführte Energie in das Stromnetz ab. Dies verringert die Energiekosten und vermindert die Abwärme im Raum.

5.1. PV-Batterie WR-Tests

Neu können im WR-Testraum auch Batterie-WR-Systeme testen. Diese Systeme können neu nach dem „Effizienzleitfaden für PV-Speichersysteme“ gemessen werden. Der „Effizienzleitfaden“ wurde im April 2017 von Bundesverband Energiespeicher BVES“ und dem „BSW Solar“ aus Deutschland publiziert. Er wurde durch eine internationale Arbeitsgruppe mit gegen 40 Partnern erarbeitet. Die Arbeit wurde koordiniert von der Hochschule Technik Berlin HTW. Das PV-Labor der BFH-TI war der einzige Teilnehmer dieser Arbeitsgruppe aus der Schweiz und ist als eines von vier Instituten (AIT Wien/ KIT und TU Aachen aus Deutschland und PV Labor BFH) in der Lage diese Messungen auch durchzuführen. Die Nachfrage nach solchen Tests war im Jahr 2016 und 2017 hoch. Aktuell wird eine Software programmiert, mit der die Messungen nach dem „Effizienzleitfaden“ von Wechselrichter-Batterie-Systemen automatisch gemessen werden können. Dies würde es erlauben, die Messung 24 h und 7 Tage in der Woche durchzuführen. Das Projekt sollte im Februar 2018 abgeschlossen sein.

Alle diese Arbeiten wurden durch Eigenmittel der BFH und dem SCCER-Furios bezahlt. Sie nutzen die neue Infrastruktur des neuen Testraums.



5.2. Sicherheit im Testraum

In der Vergangenheit war die Sicherheit im Testraum im Keller ungenügend. Befand sich der Tester alleine im Raum, so hätte er sich verletzen können (AC- und DC – Stromschlaggefahr), ohne dass das jemandem aufgefallen wäre. Neu besteht Sichtverbindung zum Testraum und Mitarbeiter sind in der Nähe. Durch den geregelten Zugang kann gesichert werden, dass nur instruierte und qualifizierte Personen den Zugang zum Testraum haben.

5.3. Praxisräume für Studierende

Der 25 kWp SolGenSim wurde in den Vorraum des akkreditierten Testlabors verlegt. Hier werden Praxisarbeiten mit Studierenden und kleinere Verhaltenstests von PV-WRs gemacht. Damit konnte die Produktivität und Kapazität der PV-WR-Testinfrastruktur wesentlich erhöht werden.

5.4. Management-Struktur des QM-Pilot

Die Überarbeitung des MHB des sowie dessen Einpflege in das Management-Tool „QM-Pilot“ der BFH ist abgeschlossen und sämtliche Prozesse und Dokumente haben den Freigabeprozess erfolgreich durchlaufen.

In Abb. 3 ist ersichtlich, wie das MHB des PV LAB in die QM-Struktur der gesamten BFH eingebettet ist. Abb. 4 zeigt einen Ausschnitt von einzelnen Prozessen in der Management-Struktur des PV LAB. Und Abb. 5 schliesslich ein konkretes Beispiel von einem einzelnen Prozess (hier als Beispiel der Prozess «Messen»).

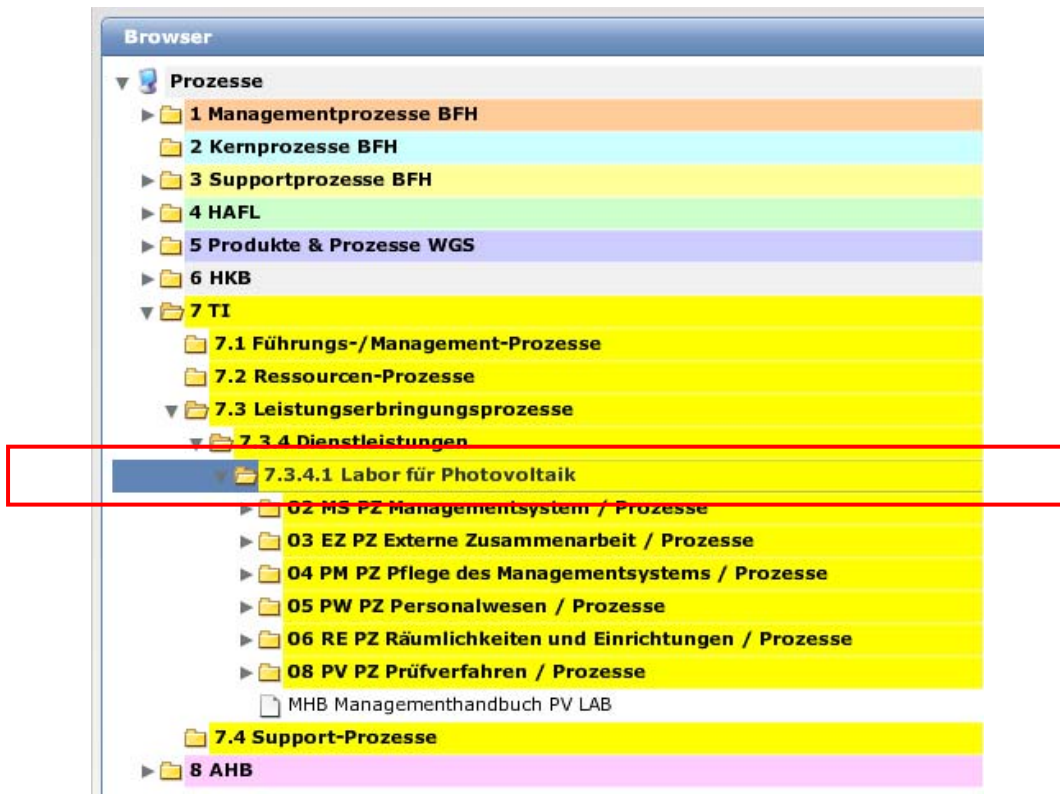


Abb. 3: Prozessstruktur im QM-Pilot



7.3.4.1 Labor für Photovoltaik

André Werder

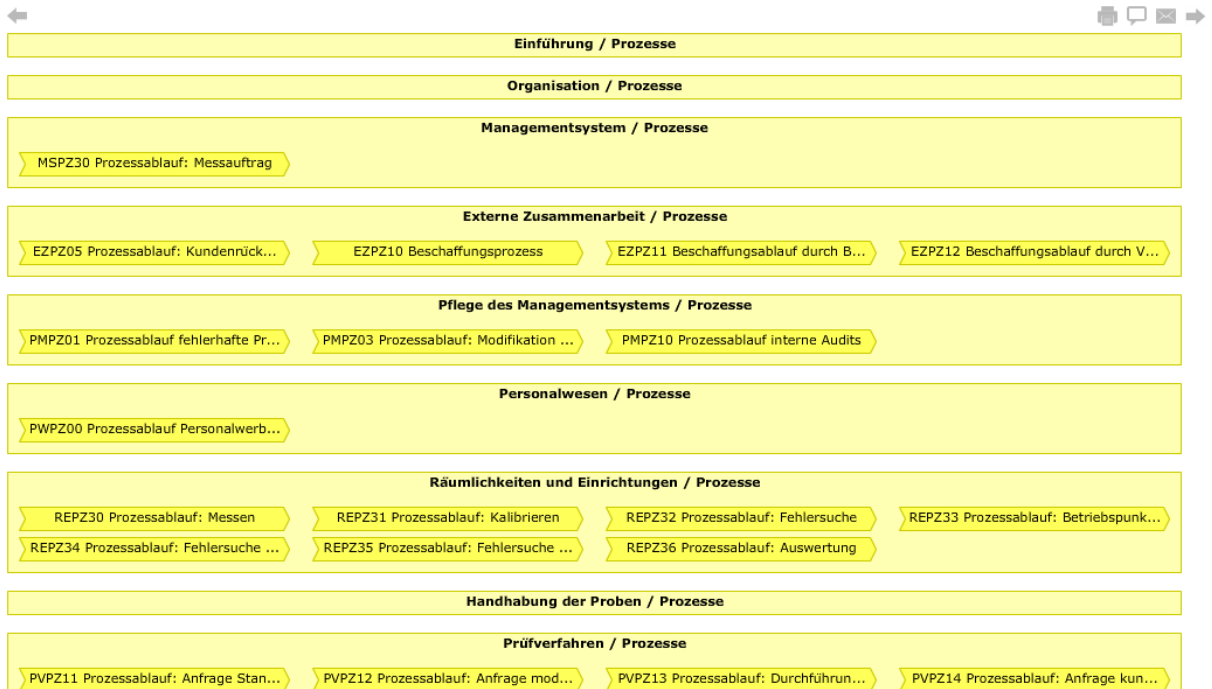


Abb. 4: Definition der einzelnen Prozesse im QM Pilot



REPZ30 Prozessablauf: Messen

Prozessfamilie:
 Prozessgruppe:
 Version / Status / Datum:
 Prozessverantwortlicher:

Labor für Photovoltaik
 Räumlichkeiten und Einrichtungen / Prozesse
 1.0 / Freigegeben / 03.03.2017
 André Werder

Ablauf	Beschreibung	Werkzeuge	Verantw.	Mitarbeit	Zeit
Start Messen	Start Prozess: Messen				
Messaufgabe analysieren	Mündliche oder schriftliche Anfrage	EZDK70 EZDK71 EZDK72 EZLK50 EZLK60	PV	VTF	
Messvorgehen bekannt?					
nein	Informieren, MAr hinzuziehen	REDK21	PV	VTF	
ja					
Prüfmittel wählen		06_REMHB REDK21	PV	VTF	
Kalibrierung notwendig?			PV	VTF	
ja	REPZ31 Prozessablauf: Kalibrieren		PV	VTF	
nein			PV	VTF	
Vorbereitung Prüfmittel	Hinweis: bei den Messungen werden die Mindestangaben der Messung automatisch abgespeichert. Berechnungen der Eingabewerte und Ähnliches, werden von Hand notiert.		PV	VTF	
Messung	Messung durchführen Messprotokoll erstellen (n. B.)	PVDK00 PVDK01 PVDK20 PVDK21 PVDK22 PVDK23	PV	VTF	
Messergebnisse kontrollieren			PV	MAr	
Messergebnisse plausibel?			PV	VTF	
nein	REPZ32 Prozessablauf: Fehlersuche		PV	VTF	
ja			PV	MAr	
Messung wiederholen?			PV	MAr	
ja			PV	MAr	
nein		06_REMHB	PV	WRT	
REPZ36 Prozessablauf: Auswertung					
Messen fertig					

Abb. 5: Beispielprozess „REPZ30 Messen“



Neben den Prozessen wurden auch für jedes Kapitel im MHB die zugehörigen Dokumente erstellt. Diese sind ebenfalls im QM Pilot abgelegt. Abb. 6 und Abb. 7 zeigen einen Ausschnitt aus dieser Dokumentenstruktur.



Abb. 6: Ausschnitt aus Dokumentenstruktur

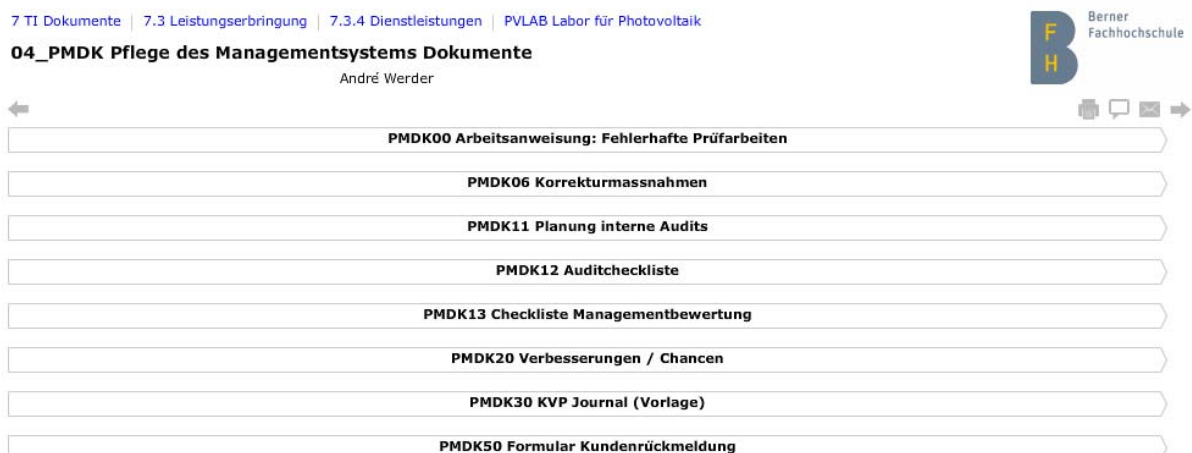


Abb. 7: Einzelne Beispieldokumente



Verbunden mit der Einpflege in QM Pilot waren sowohl umfangreiche Änderungen auf der Website des PV LAB www.pvtest.ch als auch verschiedene Neu-Konfigurationen an unserem Messdaten-Server. Abb. 8 zeigt die neue Struktur der PV-Anlagen, die am Langzeit-Überwachungsprogramm des PV LAB teilnehmen.

Entire Network		Line State	Avg Err %	Coll State	Last Data Coll	Next Data Coll	Vals Last Coll	Vals to Coll
IPPort_Meteo	MeteoGsteig	off line	0,00%	normal	28.03.2017 13:50:00	28.03.2017 13:55:00	10	10
IPPort_Worblenpark	Worblenpark	off line	0,00%	normal	28.03.2017 13:50:00	28.03.2017 13:55:00	9	9
IPPort_Veloport	Veloport	off line	0,00%	normal	28.03.2017 13:50:00	28.03.2017 13:55:00	16	16
IPPort_Joch	Joch	off line	0,00%	normal	28.03.2017 13:50:00	28.03.2017 13:55:00	38	38
ComPort_1	Tiergarten_West	off line	0,00%	normal	28.03.2017 13:50:03	28.03.2017 13:55:00	135	135
ComPort_2	Tiergarten_Mitte	off line	0,00%	normal	28.03.2017 13:50:01	28.03.2017 13:55:00	155	155
ComPort_3	Tiergarten_Ost	off line	0,00%	normal	28.03.2017 13:50:03	28.03.2017 13:55:00	135	135
IPPort_StBienne	Stades_de_Bienne	off line	0,00%	normal	28.03.2017 08:05:01	28.03.2017 14:05:00	1 440	1 440
IPPort	Farb-Module_1	off line	0,00%	normal	28.03.2017 13:50:00	28.03.2017 13:55:00	10	10
IPPort_2	Farb-Module_2	off line	0,00%	normal	28.03.2017 13:50:00	28.03.2017 13:55:00	9	9
MicroLink_Modem	GSM_Gfeller	off line	0,00%	normal	28.03.2017 08:05:40	28.03.2017 14:05:00	1 636	1 636
TeL_Liestal	Liestal	off line	0,00%	normal	28.03.2017 08:10:52	28.03.2017 14:10:00	1 296	1 296
GSM_Newtech	Newtech	off line	0,03%	normal	28.03.2017 08:15:40	28.03.2017 14:15:00	2 232	2 232
GSM_Schloss	Schloss	off line	0,00%	normal	28.03.2017 08:20:38	28.03.2017 14:20:00	1 512	1 512
TeL_Wankdorf	Wankdorf	off line	0,00%	normal	28.03.2017 08:25:55	28.03.2017 14:25:00	5 616	5 616
TeL_Birg	Birg	off line	0,00%	normal	28.03.2017 08:30:48	28.03.2017 14:30:00	1 080	1 080
GSM_APH		off line	0,00%					

Abb. 8: Ausschnitt aus neuer Messdaten-Server-Abfrage



5.5. Die Messungen im Einzelnen

Nachfolgend sind die Messungen schematisch dargestellt. Ebenso sind einzelne Grafiken (hier von Messungen am Golden Sample) als Beispiel aufgeführt, wie sie dann in einem Prüfbericht erscheinen.

5.5.1. Messung des Gesamtwirkungsgrades

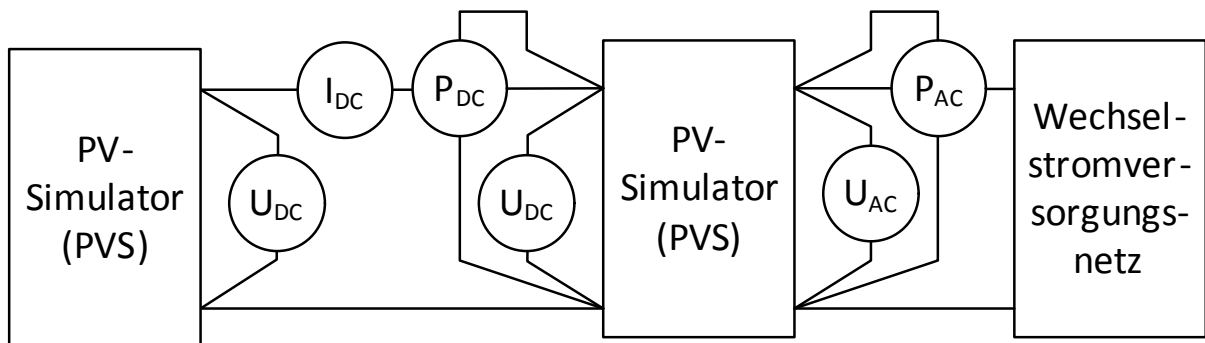


Abb. 9: Schema der Wirkungsgradmessung

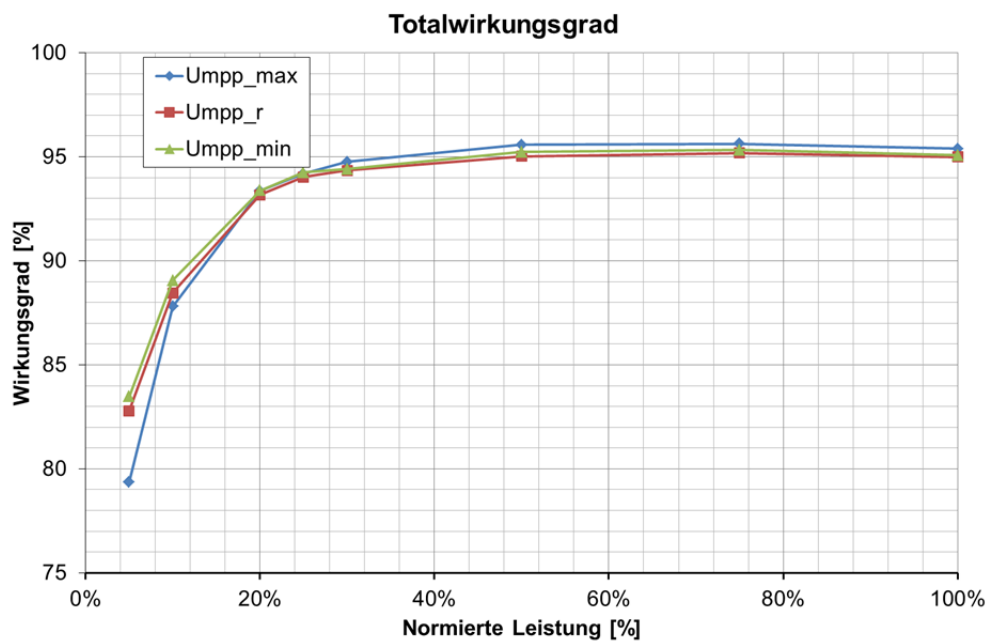


Abb. 10: Totalwirkungsgrad mit U_{mpp} als Parameter



5.5.2. EMV-Messung

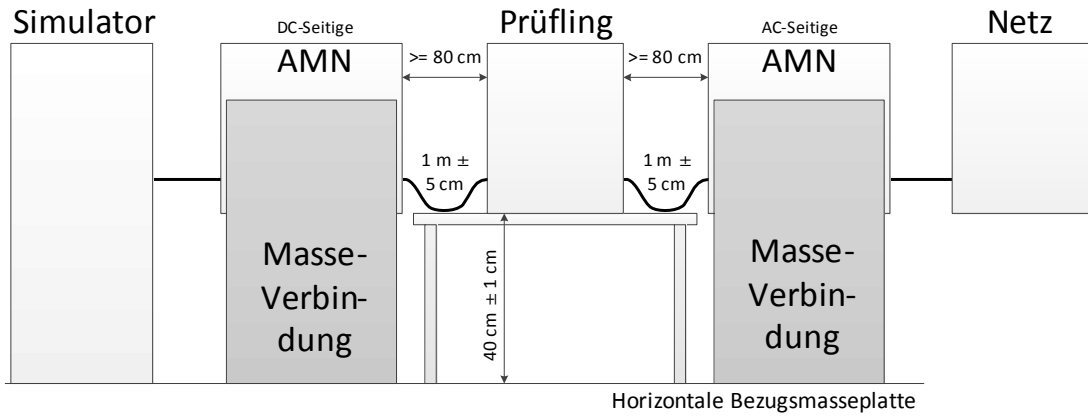


Abb. 11: Schema EMV-Messaufbau

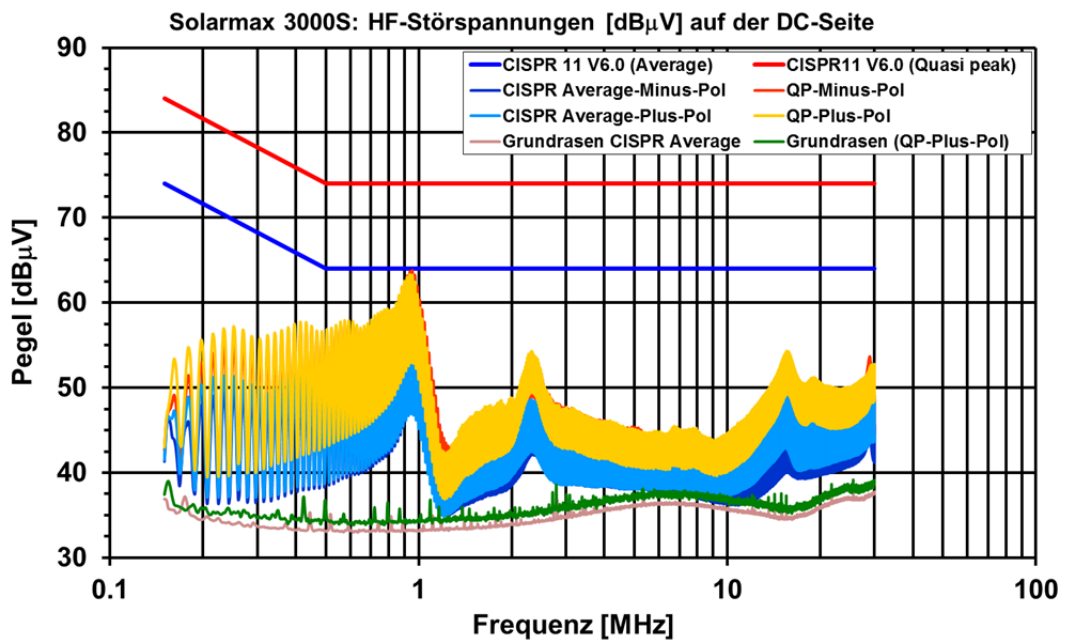


Abb. 12: DC-seitiger Störpegel

5.5.3. Messung von Oberschwingungs-Strömen ins Stromnetz

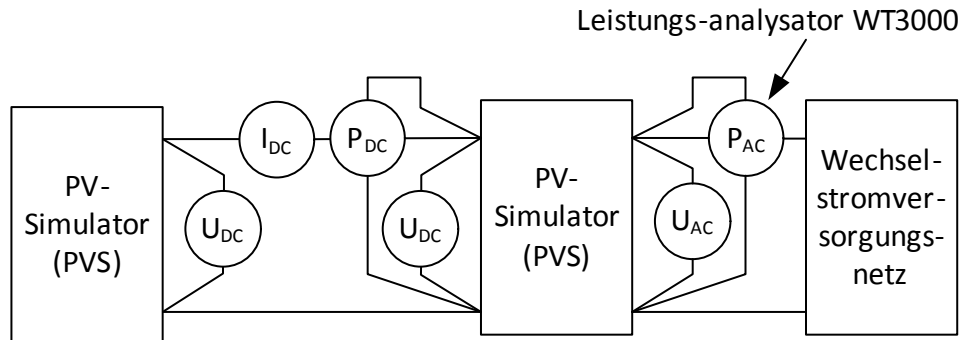


Abb. 13: Schema Messung von Oberschwingungen im Stromnetz

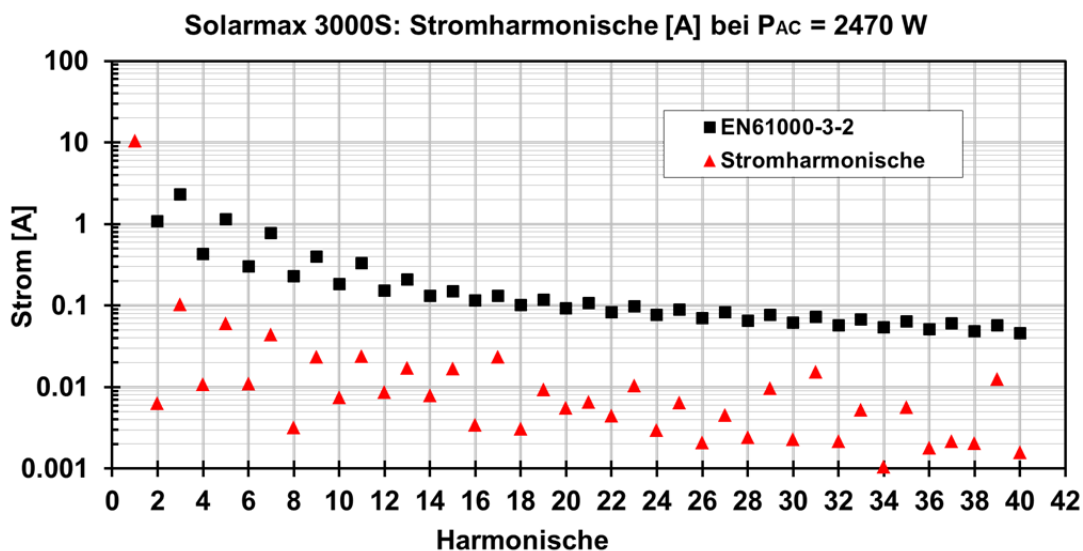


Abb. 14: Stromharmonische bei 2470 W_{AC}

5.6. Erkenntnisse

Für ein erstes Audit der Schweizerischen Akkreditierungsstelle (SAS) konnte im Dezember 2016 ein erster Termin gefunden werden. Resultat von dieser Erstbegutachtung war eine kurze Liste von lediglich 14 Punkten zur Nachbearbeitung, wovon nur drei Punkte wesentliche (die anderen sind geringfügige) Nichtkonformitäten darstellen. Es waren dies:

- Fehlender interner Auditplan und Auditbericht gem. Normpunkt 4.14.1 und 4.14.2
- Fehlende Managementbewertung gem. Normpunkt 4.15.1
- Fehlendes Verfahren zur Bestimmung der Messunsicherheit gem. Normpunkt 5.4.6.2



Abb. 15: Messungen am "golden Sample"

Das Verfahren zur Bestimmung der Messunsicherheit wurde in Zwischenzeit erstellt. Das interne Audit wurde im Rahmen einer Messung an einem „golden Sample“ gemacht. Besagtes Gerät bleibt im Besitz des Prüflabors und dient später als Vergleichsobjekt für Referenzmessungen. Die Erstellung des Qualitätsmanagements ist somit abgeschlossen und wurde zur finalen Begutachtung beim SAS eingereicht.

5.7. Würdigung der Ergebnisse

19. September 2017: Akkreditierung erteilt

Seit dem 20. September 2017 ist das PV LAB nun offiziell als Prüflabor akkreditiert.

Die offizielle Bezeichnung ist:

„Prüflaboratorium für Messungen von leitungsgebundenen EMV Störaussendungen und Oberschwingungsströmen sowie Wirkungsgradmessung von netzgebundenen Photovoltaikwechselrichtern“

Der akkreditierte Bereich umfasst Prüfungen von Wechselrichtern nach Tätigkeitsgebiete und Prüfverfahren (Normen):

Tabelle 1: Offizieller Eintrag im STS-Verzeichnis

Produkte- oder Stoffgruppe, Tätigkeitsgebiet	Messprinzip ²⁾ (Merkmale, Messbereiche, Prüfungsarten)	Prüfverfahren, Bemerkungen (nationale, internationale Normen, eigene Verfahren)
Photovoltaische Wechselrichter	Gesamtwirkungsgrad von Photovoltaik-Wechselrichtern	EN 50530, IEC 50530
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	
Störaussendungen durch Oberschwingungsströme ins Stromnetz	Teil 3-2: Grenzwerte – Grenzwerte für Oberschwingungsströme (Geräte-Eingangsstrom ≤ 16 A je Leiter)	EN 61000-3-2, IEC 61000-3-2



Produkte- oder Stoffgruppe, Tätigkeitsgebiet	Messprinzip ²⁾ (Merkmale, Messbereiche, Prüfungsarten)	Prüfverfahren, Bemerkungen (nationale, internationale Normen, eigene Verfahren)
Störaussendungen durch Oberschwingungsströme ins Stromnetz	Teil 3-12: Grenzwerte - Grenzwerte für Oberschwingungsströme, verursacht von Geräten und Einrichtungen mit einem Eingangsstrom > 16 A und <= 75 A je Leiter, die zum Anschluss an öffentliche Niederspannungsnetze vorgesehen sind	EN 61000-3-12, IEC 61000-3-12
Funkstörungen durch elektromagnetische Wellen	Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte - Funkstörungen - Grenzwerte und Messverfahren	CISPR 11, EN 55011

Die Akkreditierung hat eine Gültigkeit von 5 Jahren, wird aber in der Regel jährlich stichprobenweise überprüft. Es ist bereits beabsichtigt, den Geltungsbereich in näherer Zukunft weiter auszubauen. Denkbar wäre eine Ausweitung auf PV - Modulprüfungen und PID-Messungen.

Aktuell wird das PV-Wechselrichter-Labor vor allem für die Messung von PV-Speichersystemen-Systemen benutzt. Es war von Herbst 2016 bis 2017 komplett ausgelastet. Um den Messdurchsatz zu erhöhen, wird aktuell die aufwändige Messung automatisiert. Dies wird im Rahmen einer Masterdiplomarbeit von Jonas Wälten gemacht (Advisor: Professor Urs Muntwyler). Die Arbeit wird im Januar vor dem 2. PV Industrietag abgeschlossen und dort vorgestellt. Ziel ist es, dass der technische Betriebsmitarbeiter diese Messungen selbständig ausführen kann. Damit kann der Messzyklus auf 24 h ausgedehnt werden. Um dies zu gewährleisten, wurde im Sommer 2017 eine automatische 30 kVA-Last gekauft. Damit ist die Vollautomatisierung möglich. Die Masterdiplomarbeit wurde Mitte Februar mit sehr hohen 39 Punkten (von 40) und einer Note „A“ bewertet.

Im 2018 wird versucht, die Auslastung mit Industrie- und Forschungsaufträgen hoch zu halten. Aufgrund der Akkreditierung erhalten wir nun auch Anfragen aus dem Ausland.