



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Energie BFE**

**Jahresbericht** 7. Dezember 2012

---

# **VEiN – Verteilte Einspeisungen in Niederspannungsnetze**

---

**Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie BFE  
Forschungsprogramm Netze  
CH-3003 Bern  
[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

**Kofinanzierung:**

AEW Energie AG, 5000 Aarau  
Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern  
BKW FMB Energie AG, 3013 Bern  
Industrielle Werke Basel, 4058 Basel  
Centralschweizerische Kraftwerke AG, 6003 Luzern  
Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ), 8002 Zürich  
Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, 8050 Zürich  
Regionale Werke, vertreten durch Onyx Energie Mittelland, 4900 Langenthal  
Romande Energie SA, 1110 Morges 1  
Groupe e sa, 1700 Fribourg  
Dachverband Schweizer Verteilnetzbetreiber DSV, 5001 Aarau  
Energie Wasser Bern, 3001 Bern  
Stadtwerk Winterthur, 8404 Winterthur  
WWZ Netze AG, 6300 Zug

**Auftragnehmer**

Konsortium VEiN  
c/o thv AG  
Kaiserstrasse 8  
4310 Rheinfelden  
[www.vein-grid.ch](http://www.vein-grid.ch)

**Autoren:**

Dr. Gilbert Schnyder, Schnyder Ingenieure AG, [gilbert.schnyder@sing.ch](mailto:gilbert.schnyder@sing.ch)  
Peter Mauchle, Schnyder Ingenieure AG, [peter.mauchle@sing.ch](mailto:peter.mauchle@sing.ch)  
Werner Seywald, Industrielle Werke Basel, [werner.seywald@iwb.ch](mailto:werner.seywald@iwb.ch)  
Martin Hofstetter, ewz, [martin.hofstetter@ewz.ch](mailto:martin.hofstetter@ewz.ch)  
Louis Lutz, AEW Energie AG, [louis.lutz@aew.ch](mailto:louis.lutz@aew.ch)  
Stephan Bühlmann, AEW Energie AG, [stephan.buehlmann@aew.ch](mailto:stephan.buehlmann@aew.ch)

**BFE-Bereichsleiter:** Dr. Michael Moser

**BFE-Programmleiter:** Dr. Michael Moser

**BFE-Vertrags- und Projektnummer:** SI/500216-01 / SI/500216 und SI/500341-01 / SI/500341

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



## INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung .....	4
1 Projektorganisation .....	6
2 Teilprojekt Netze .....	7
2.1 Allgemein .....	7
2.2 Administrative und organisatorische Aufgaben des Leiter TP Netz .....	8
2.3 Arbeitsgruppe Netzanalyse, Netzplanung und Netzdesign .....	8
2.4 Arbeitsgruppe Netzbau und Netzbetrieb .....	13
2.5 Arbeitsgruppe Leitsystem .....	15
2.6 Arbeitsgruppe Resultatfindung und Kernaussagen .....	15
3 Teilprojekt Anlagen .....	25
3.1 Allgemeines .....	25
3.2 Anlagen- und Objektübersicht .....	25
3.3 Blockheizkraftwerke (BHKW) .....	26
3.4 Photovoltaik (PV) .....	29
3.5 Windanlagen .....	31
3.6 Kleinwasserkraftwerk .....	32
3.7 Elektrische Energiespeicher .....	33
4 Teilprojekt Kunden .....	34
4.1 Zielsetzung Teilprojekt Kunden .....	34
4.2 Durchgeführte Aktivitäten 2012 .....	34
4.3 Weitere und geplante Aktivitäten .....	34
4.4 Projektabschluss .....	35
5 Teilprojekt Kommunikation .....	36
6 Teilprojekt Wissenschaftliche Begleitung .....	39
7 Ausblick 2013 .....	39
8 Dokumentenverzeichnis .....	40



## ZUSAMMENFASSUNG

Das Projekt VEiN Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze wird durch mehrere Verteilernetzbetreiber der Schweiz und dem Bundesamt für Energie getragen. Das Projekt ist in die operativen Teilprojekte Netze, Anlagen, Kunden, Kommunikation und Wissenschaftliche Begleitung unterteilt. Die bisherige Organisation für den Aufbau und den Betrieb von VEiN wird für die folgenden Jahre verstärkt auf die Resultatfindung ausgerichtet sein. Die Projektträger von VEiN nehmen über den Projektausschuss, die Begleitgruppe Netz und die Wissenschaftliche Begleitgruppe Einfluss auf das Projekt.

Das Teilprojekt Netz mit den Arbeitsgruppen Netzanalyse, Netzbetrieb, Leitsystem und Resultatfindung hat im Jahre 2012 mehrere Tests mit den Dezentralen Energieerzeugungsanlagen (DEA) und dem NS-Netz durchgeführt. Dabei erfolgten unterschiedliche Einspeisungen im Normalschaltzustand des Netzes sowie bei parallel geschalteten Transformatoren in der TS Kreuzmatt und die Versorgung der gesamten Last über lediglich einen Transformator. Zudem wurden Tests mit unsymmetrischer Einspeisung ab zwei PV-Anlagen durchgeführt. Die Messdaten der Einspeisungen und an ausgewählten Punkten im NS-Netz werden dauernd erfasst und im PQ-System und im VEiN-Leitsystem gespeichert. Während der Tests erfolgt die Speicherung der Messdaten in einer grösseren zeitlichen Auflösung. Erste Auswertungen der Messungen während den Tests auf Stufe EN 50160, d.h. bezüglich der Einhaltung der Grenzwerte, liegen vor. Die Analyse dieser Auswertungen zeigte, dass bisher kaum Grenzwertüberschreitungen erfolgten und somit mit den installierten DEA die Grenzen der Einspeisung noch nicht erreicht wurden. Die Installation von weiteren Anlagen und von zusätzlichen Einspeisungen ab Notstromaggregaten über Frequenzumformern ist vorgesehen. Die Auswertung der Messdaten muss noch vertieft und intensiviert werden, so dass auch Aussagen über die Änderung der Netzqualität in Folge von DEA gemacht werden können, ohne dass die Grenzwerte der Normen überschritten werden.

Mittlerweile sind im Projekt VEiN zwei BHKW und fünf Photovoltaikanlagen mit einer gesamten elektrischen Leistung von 272 kWp installiert. Im Jahre 2012 wurde eine neue PV-Anlage mit einer Leistung von 11 kWp auf das Netz aufgeschaltet. Die mit den DEA im Vorjahr, also im Jahre 2011 erzeugte elektrische Energie betrug 651 MWh.

Eine Kleinwindanlage mit H-Rotor wurde im Herbst 2012 installiert und soll gegen Ende 2012 in Betrieb genommen werden. Die Installation und Inbetriebnahme von drei Kleinstwindanlagen mit Energy Balls ist für 2013 vorgesehen. Im Jahre 2013 sollen auch noch eine PV-Anlage mit 31 kWp und zwei Mini-BHKW realisiert werden. Zurzeit laufen die Detailabklärungen für die Installation von drei elektrischen Energiespeichern mit einer Gesamtleistung von 68 kWp und einem Speichervermögen von insgesamt 45 kWh elektrischer Energie. Die Inbetriebsetzung ist für Januar und Februar 2013 vorgesehen.

Das Teilprojekt Kunden informiert die Endverbraucher im NS-Netz der TS Kreuzmatt regelmässig über Aktivitäten im Projekt und versucht so ein Feedback von den Endverbrauchern zu erhalten, um auch die „gefühlte Netzqualität“ zu erfassen.

Über das Projekt VEiN wurde im Jahre 2012 mit einem Referat an der Bilanzmedienkonferenz der AEW Energie AG und zwei VEiN-Newsletter sowie an mehreren VSE-Tagungen, an Energie-Apéros und an Veranstaltungen am PSI und an der ETH Zürich informiert.



Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung wurde im Jahre 2012 mit der ETH Zürich, der Berner Fachhochschule BFH in Biel und der Fachhochschule HES-SO Wallis zusammengearbeitet. Dies erfolgte im Rahmen von Informationsaustausch, Detailabklärungen und Projekten.



## 1 PROJEKTORGANISATION

Das Projekt VEiN Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze wird durch mehrere Verteilernetzbetreiber der Schweiz und dem Bundesamt für Energie getragen. Das Projekt ist gemäss Abbildung 1 in die operativen Teilprojekte Netze, Anlagen, Kunden, Kommunikation und Wissenschaftliche Begleitung unterteilt. Die Projekträger nehmen über den Projektausschuss, die Begleitgruppe Netz und die Wissenschaftliche Begleitgruppe Einfluss auf das Projekt. Der Projektleitung stehen zur Unterstützung die Stabstellen Recht, Finanzen und Sekretariat zur Verfügung.

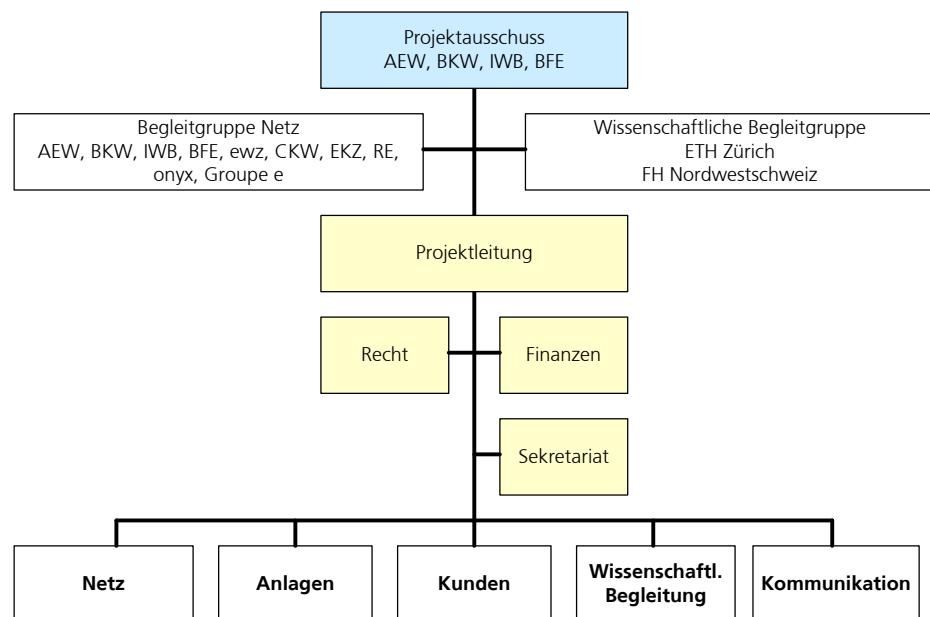


Abbildung 1: Organigramm des Projektes VEiN



## 2 TEILPROJEKT NETZE

### 2.1 Allgemein

Im Jahr 2012 wurden die theoretischen Betrachtungen der einzelnen Arbeitsgruppen konkretisiert und in ersten Testreihen im Versuchsgebiet umgesetzt. Es wurden viele Besprechungen innerhalb der Arbeitsgruppen sowie auch zur Koordination und Abstimmung zwischen den einzelnen Arbeitsgruppen durchgeführt. Die Arbeitsgruppe Resultatfindung formulierte konkrete Testszenarien, die auf den im Vorfeld definierten Thesen aufgebaut wurden. Die erhaltenen Messergebnisse wurden ausgewertet und es konnte jeweils ein Fazit zum jeweiligen Test gezogen werden.

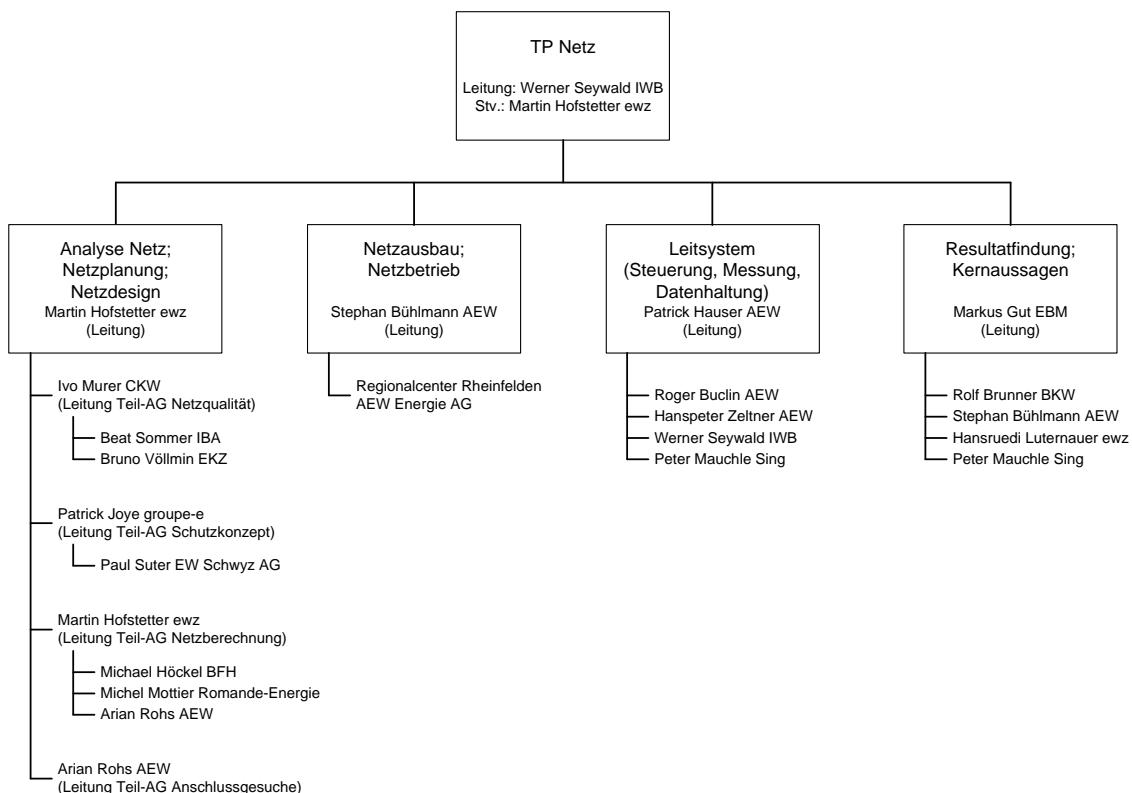


Abbildung 2: Organigramm des Teilprojektes Netz inkl. Arbeitsgruppen im Jahre 2012

In einem Workshop Ende August 2012 mit den Schlüsselpersonen des Projektes d.h. mit Vertretern der Begleitgruppe, den Teilprojektleitern und einzelnen Arbeitsgruppenleitern wurden das bisher Erreichte analysiert und darauf basierend wurden Vorschläge zum weiteren Projektablauf und der Organisation erarbeitet. Im Wesentlichen wurde dabei erkannt, dass die Ziele von VEIN erreicht werden können. Die installierte Leistung der DEA sollte nach Möglichkeit noch erhöht werden. Im TP Netz zeichnet sich eine Umorganisation ab, so soll die noch bestehende Aufbauorganisation in eine Zielerreichungsorganisation umgewandelt werden, d.h. mehrere Teil-Arbeitsgruppen der AG Analyse Netz werden neu in die AG Resultatfindung integriert, um eine engere Zusammenarbeit für die Auswertung und Analyse der Tests zu er-



reichen. Die Ergebnisse aus dem Workshop sollen bis Ende 2012 in Zusammenarbeit mit dem Projektausschuss und der Projektleitung umgesetzt werden.

## 2.2 Administrative und organisatorische Aufgaben des Leiter TP Netz

Im Rahmen des Gesamtprojektes wurde der Projektleiter VEIN bei seinen vielfältigen Aufgaben unterstützt.

Die Gesellschafterversammlung wurde mit vorbereitet und bei der Durchführung unterstützt. Weiterhin wurden regelmässige Teilprojektleitersitzungen abgehalten, die ebenfalls vorbereitet und bei der Durchführung unterstützt wurden. Innerhalb des Teilprojektes Netz wurden die Informationen verteilt und koordiniert. Ein Grobterminplan wurde erstellt und die Bearbeitung der Teilaufgaben und Arbeitspakete begleitet.

Da die Mitglieder des TP Netz über die ganze Schweiz verteilt sind, wurden regelmässig Arbeitsgruppen-Austauschsitzungen durchgeführt, um den Informationsaustausch zwischen den zuständigen AG-Leiter sicher zu stellen. Weiterhin konnte durch diese Sitzungen auch der Kontakt zur Gesamtprojektleitung sichergestellt werden.

## 2.3 Arbeitsgruppe Netzanalyse, Netzplanung und Netzdesign

### 2.3.1 Netzqualität

Die von der AG Resultatfindung definierten Tests zur unsymmetrischen Einspeisung, zum Betrieb mit parallel geschalteten Transformatoren in der TS Kreuzmatt und zum Betrieb mit lediglich einem Transformator wurden durchgeführt. Die Netzqualität und der Lastfluss während der Tests wurden mit den PQ-Messgeräten aufgezeichnet und zentral abgespeichert. Die AG Netzanalyse wertete die einzelnen Messungen bezüglich der Einhaltung der Grenzwerte gemäss EN 50160 aus.

Beim Test T2c wurde mit den PV-Anlagen Alters- und Pflegeheim sowie Parkhaus Kurzentrum unsymmetrisch eingespeist. Dabei wurde ab jeder Phase eingespeist. Die 1-phasige Einspeisung erfolgte jeweils während einem Tag ohne Unterbruch und während einem weiteren Tag im 2-Stunden-Rhythmus mit 1-phasiger, resp. 3-phasig Einspeisung. Die DEA, mit denen nicht unsymmetrisch eingespeist werden konnte, befanden sich im Automatikbetrieb, d.h. die weiteren PV-Anlagen produzierten entsprechend der Sonneneinstrahlung und die BHKW entsprechend dem Wärmebedarf. Weitere Details zum Test T2c sind in Kapitel 2.6.1 beschrieben.

Die Auswertung des Testes T2c „Unsymmetrische Einspeisung“ erfolgte mittels Report EN 50160 bei jedem Messpunkt und für jeden Tag während des Tests. Als Beispiele sind in Abbildung 3 die Reportzusammenfassung eines Tages und in Abbildung 4 der Spannungsverlauf während der gesamten Testdauer bei der PV-Anlage Parkhaus Kurzentrum dargestellt. Die Auswertung gemäss EN 50160 umfasst die effektive Spannung, die THD der Spannung, die Spannungsunsymmetrie, die Flicker, die Spannungseinbrüche und die Überspannungen. Die einzelnen Oberschwingungsspannungen konnten nicht ausgewertet und beurteilt werden, da diese nicht erfasst worden sind.



Die Beurteilung der einzelnen Reports EN 50160 zeigt, dass keine Grenzwerte überschritten wurden, die Unsymmetrien relativ hoch sind, jedoch innerhalb von EN 50160 liegen.

**Janitza**  
electronics

**Report after EN 50160 2011**

<b>Kunde</b> Name: Projekt VEIN Test2c 18.07.2012 Firma: AEW Rheinfelden Ort: PV Parkhaus Kurzentrum	<b>Tester</b> Name: M.Hofstetter Firma: ewz																																								
<p>Startdatum: 18.07.12 00:00 Enddatum: 18.07.12 23:59 Datum: 08.08.12 22:54 Software: Janitza-GridVis 2.5.0(2012-02-29_12-26-28)</p>																																									
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20%; text-align: center; vertical-align: top;"></td><td>PV Parkhaus Kurzentrum GeräteTyp: EN 61000-4-7 Klasse: EN 61000-4-30 Klasse: Flicker: Ereignisse: Transiente:</td><td style="width: 20%; text-align: center; vertical-align: top;">UMG 605 Klasse 1 Klasse A Unterstützt Unterstützt Unterstützt</td></tr></table>			PV Parkhaus Kurzentrum GeräteTyp: EN 61000-4-7 Klasse: EN 61000-4-30 Klasse: Flicker: Ereignisse: Transiente:	UMG 605 Klasse 1 Klasse A Unterstützt Unterstützt Unterstützt																																					
	PV Parkhaus Kurzentrum GeräteTyp: EN 61000-4-7 Klasse: EN 61000-4-30 Klasse: Flicker: Ereignisse: Transiente:	UMG 605 Klasse 1 Klasse A Unterstützt Unterstützt Unterstützt																																							
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20%; text-align: center; vertical-align: top;"></td><td>Spannungseingang (LowVoltage): 230.0V Frequenz: 50.0Hz Relevante Spannungen: LN Eingangsauswahl: L1 L2 L3</td></tr></table>			Spannungseingang (LowVoltage): 230.0V Frequenz: 50.0Hz Relevante Spannungen: LN Eingangsauswahl: L1 L2 L3																																						
	Spannungseingang (LowVoltage): 230.0V Frequenz: 50.0Hz Relevante Spannungen: LN Eingangsauswahl: L1 L2 L3																																								
<b>Zusammenfassung</b>																																									
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><tbody><tr><td>Frequenz +-1%</td><td>Passed</td></tr><tr><td>Frequenz -0%/-+4%</td><td>Passed</td></tr><tr><td>Spannung effektiv L1 - 1st Test</td><td>Passed</td></tr><tr><td>Spannung effektiv L1 - 2nd Test</td><td>Passed</td></tr><tr><td>Spannung effektiv L2 - 1st Test</td><td>Passed</td></tr><tr><td>Spannung effektiv L2 - 2nd Test</td><td>Passed</td></tr><tr><td>Spannung effektiv L3 - 1st Test</td><td>Passed</td></tr><tr><td>Spannung effektiv L3 - 2nd Test</td><td>Passed</td></tr><tr><td>IHD Spannung L1</td><td>Passed</td></tr><tr><td>THD Spannung L2</td><td>Passed</td></tr><tr><td>THD Spannung L3</td><td>Passed</td></tr><tr><td>Unsymmetrie Spannung</td><td>Passed</td></tr><tr><td>Langzeit-Flicker L1</td><td>Passed</td></tr><tr><td>Langzeit Flicker L2</td><td>Passed</td></tr><tr><td>Langzeit-Flicker L3</td><td>Passed</td></tr><tr><td>Oberschwingungen Spannung (rel.) L1</td><td>Failed</td></tr><tr><td>Oberschwingungen Spannung (rel.) L2</td><td>Failed</td></tr><tr><td>Oberschwingungen Spannung (rel.) L3</td><td>Failed</td></tr><tr><td>Spannungseinbruch</td><td></td></tr><tr><td>Überspannung</td><td></td></tr></tbody></table>		Frequenz +-1%	Passed	Frequenz -0%/-+4%	Passed	Spannung effektiv L1 - 1st Test	Passed	Spannung effektiv L1 - 2nd Test	Passed	Spannung effektiv L2 - 1st Test	Passed	Spannung effektiv L2 - 2nd Test	Passed	Spannung effektiv L3 - 1st Test	Passed	Spannung effektiv L3 - 2nd Test	Passed	IHD Spannung L1	Passed	THD Spannung L2	Passed	THD Spannung L3	Passed	Unsymmetrie Spannung	Passed	Langzeit-Flicker L1	Passed	Langzeit Flicker L2	Passed	Langzeit-Flicker L3	Passed	Oberschwingungen Spannung (rel.) L1	Failed	Oberschwingungen Spannung (rel.) L2	Failed	Oberschwingungen Spannung (rel.) L3	Failed	Spannungseinbruch		Überspannung	
Frequenz +-1%	Passed																																								
Frequenz -0%/-+4%	Passed																																								
Spannung effektiv L1 - 1st Test	Passed																																								
Spannung effektiv L1 - 2nd Test	Passed																																								
Spannung effektiv L2 - 1st Test	Passed																																								
Spannung effektiv L2 - 2nd Test	Passed																																								
Spannung effektiv L3 - 1st Test	Passed																																								
Spannung effektiv L3 - 2nd Test	Passed																																								
IHD Spannung L1	Passed																																								
THD Spannung L2	Passed																																								
THD Spannung L3	Passed																																								
Unsymmetrie Spannung	Passed																																								
Langzeit-Flicker L1	Passed																																								
Langzeit Flicker L2	Passed																																								
Langzeit-Flicker L3	Passed																																								
Oberschwingungen Spannung (rel.) L1	Failed																																								
Oberschwingungen Spannung (rel.) L2	Failed																																								
Oberschwingungen Spannung (rel.) L3	Failed																																								
Spannungseinbruch																																									
Überspannung																																									

Abbildung 3: Zusammenfassung Test T2c Report EN 50160 bei der PV-Anlage Parkhaus Kurzentrum

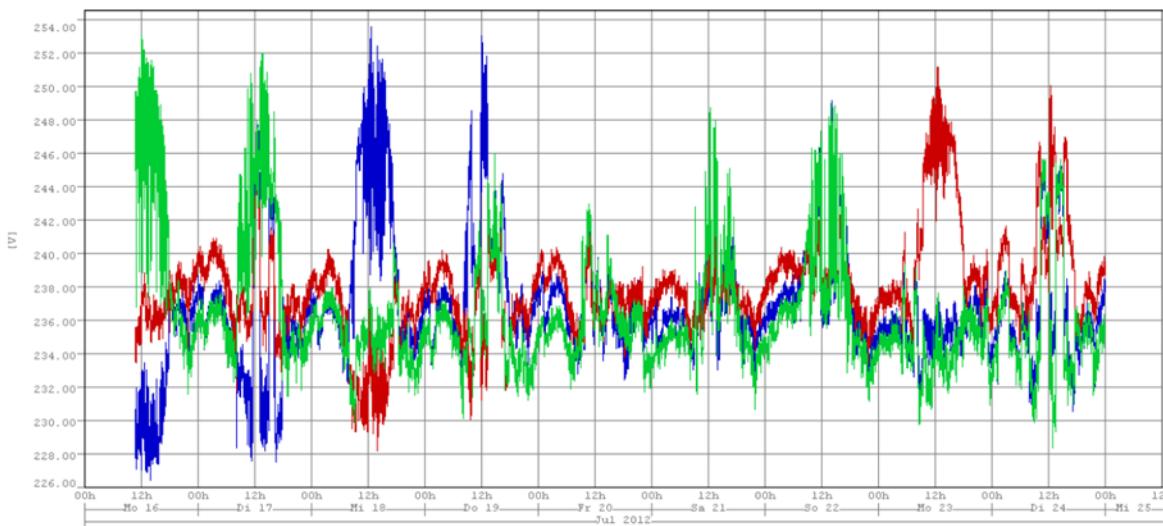


Abbildung 4: Test T2c Verlauf der 3 Spannungen Ph-E  
bei der PV-Anlage Parkhaus Kurzzentrum

Beim Test T3a wurden die beiden Transformatoren in der TS Kreuzmatt sekundärseitig zusammengeschaltet, so dass sich die Kurzschlussleistung im NS-Netz erhöhte. Die Netzqualität der Zustände, bei denen keine DEA in Betrieb sind, bei denen lediglich die BHKW oder die PV-Anlagen einspeisen und bei denen alle DEA einspeisen, wurde überprüft. Die Tests mit den PV-Anlagen wurden nur bei sonnigem Wetter durchgeführt, so dass die maximal mögliche Einspeisung erreicht wurde. Weitere Details zum Test T3a sind in Kapitel 2.6.1 beschrieben.

Während dem Test wurden Kurzschlussmessungen an ausgewählten Punkten im NS-Netz, d.h. in der Trafostation TS Kreuzmatt, in der KK Lindenstrasse und in der KK Roberstenstrasse durchgeführt.

Die Auswertung des Testes T3a „Parallel geschaltete Transformatoren“ erfolgte mittels Report EN 50160 bei jedem Messpunkt und für jeden Tag während des Tests. Als Beispiele sind in Abbildung 5 die Reportzusammenfassung eines Tages und in Abbildung 6 der Spannungsverlauf während der gesamten Testdauer beim BHKW im Schulhaus Robersten dargestellt.

Die Beurteilung der einzelnen Reports EN 50160 zeigt, dass die 15. Spannungs-Oberschwingungen teilweise die Grenzwerte überschreiten. Diese Grenzwertüberschreitungen erfolgen beim BHKW Schulhaus Robersten, KK Parkweg 2; KK Parkweg 3 und KK Lindenstrasse. Weitere Grenzwertüberschreitungen gemäss EN 50160 wurden keine festgestellt.



**Janitza**  
electronics

Report after EN 50160 2011

<b>Kunde</b>	<b>Tester</b>
Name: Firma: Ort:	Name: Firma: Ort:
Projekt VEIN Test3a 03.08.2012 AEW Rheinfelden DEA BHKW Schulhaus Robersten	M.Hofstetter ewz

---

	<p>DEA BHKW Schulhaus Robersten</p> <p>GeräteTyp: UMG 605</p> <p>EN 61000-4-7 Klasse: Klasse 1</p> <p>EN 61000-4-30 Klasse: Klasse A</p> <p>Flicker: Unterstützt</p> <p>Ereignisse: Unterstützt</p> <p>Transienten: Unterstützt</p> <p>Spannungseingang (LowVoltage): 230.0V</p> <p>Frequenz: 50.0Hz</p> <p>Relevante Spannungen: LN</p> <p>Eingangsauswahl: L1 L2 L3</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

Zusammenfassung

Frequenz +-1%	Passed
Frequenz -6%/+4%	Passed
Spannung effektiv L1 - 1st Test	Passed
Spannung effektiv L1 - 2nd Test	Passed
Spannung effektiv L2 - 1st Test	Passed
Spannung effektiv L2 - 2nd Test	Passed
Spannung effektiv L3 - 1st Test	Passed
Spannung effektiv L3 - 2nd Test	Passed
THD Spannung L1	Passed
THD Spannung L2	Passed
THD Spannung L3	Passed
Unsymmetrische Spannung	Passed
Langzeit-Flicker L1	Failed
Langzeit-Flicker L2	Failed
Langzeit-Flicker L3	Failed
Oberschwingungen Spannung (rel.) L1	Passed
Oberschwingungen Spannung (rel.) L2	Failed
Oberschwingungen Spannung (rel.) L3	Failed
Spannungseinbruch	
Überspannung	

Abbildung 5: Zusammenfassung Test T3a Report EN 50160  
beim BHKW Schulhaus Robersten

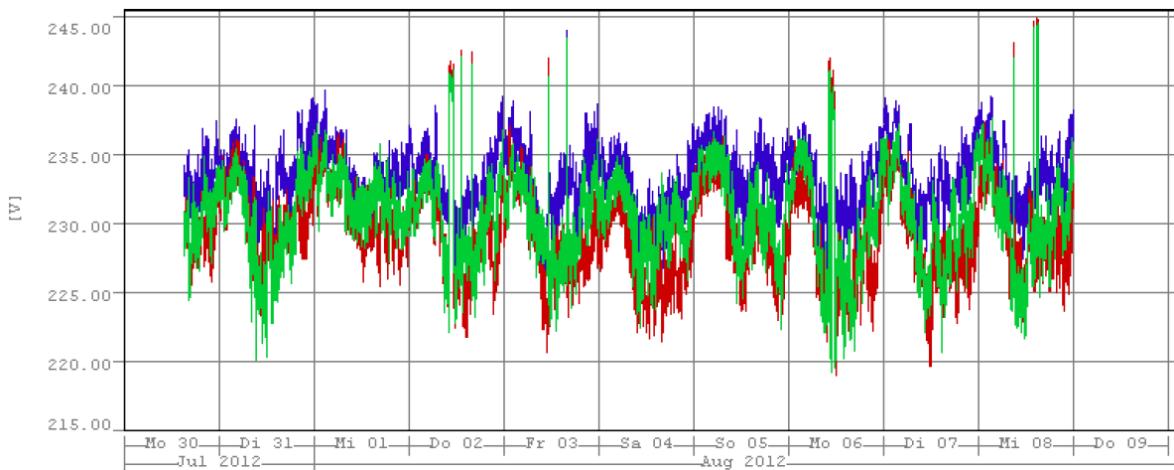


Abbildung 6: Test T3a Verlauf der 3 Spannungen Ph-E  
beim BHKW Schulhaus Robersten

Die Auswertungen zum Test T4a „Gesamte Last an einem Transformator“ waren zum Zeitpunkt der Erstellung des Jahresberichtes 2012 noch nicht abgeschlossen, somit kann darüber zurzeit noch nicht berichtet werden. Die Details zum Ablauf des Test T4a sind in Kapitel 2.6.1 beschrieben.

Die Auswertungen nach EN 50160 zeigen, dass die Grenzwerte mit den vorhandenen DEA kaum überschritten werden. Der Grund dafür ist unter anderem auch die verglichen mit der Kurzschlussleistung des NS-Netzes geringe Einspeiseleistung aller DEA. Die Auswertungen der Messresultate werden in weiteren Schritten verfeinert, so dass nicht nur Grenzwertüberschreitungen analysiert werden, sondern auch der Einfluss von unterschiedlichen Einspeisungen auf die Netzqualität. Zudem ist vorgesehen, die Auswertungen noch mit der umfangreichen DACHCZ zu ergänzen.

### 2.3.2 Schutzkonzept

Im Jahre 2012 erfolgten keine Aktivitäten bezüglich dem Schutz im NS-Netz der TS Kreuzmatt. Aufgrund der bis jetzt im NS-Netz installierten DEA waren keine Anpassungen in den Schutzeinstellungen erforderlich.

Im Vorfeld der Installation von weiteren grossen Einspeisungen werden Schutzberechnungen erfolgen. Zudem muss das Schutzkonzept in den jeweiligen Projektphasen wiederum überprüft werden.

### 2.3.3 Netzberechnung

Die Messungen des Testes T2a „Unsymmetrie“ wurden mit der Simulation verglichen. Basierend auf den Ergebnissen dieser Nachrechnung wurde das Rechenmodell der Simulation optimiert, so dass mit der Simulation eine bessere Abbildung der Realität erreicht wird. In Abbildung 7 ist der Vergleich zwischen Messung und Simulation des Spannungsverlaufs bei der PV-Anlage Parkhaus Kurzentrum dargestellt.

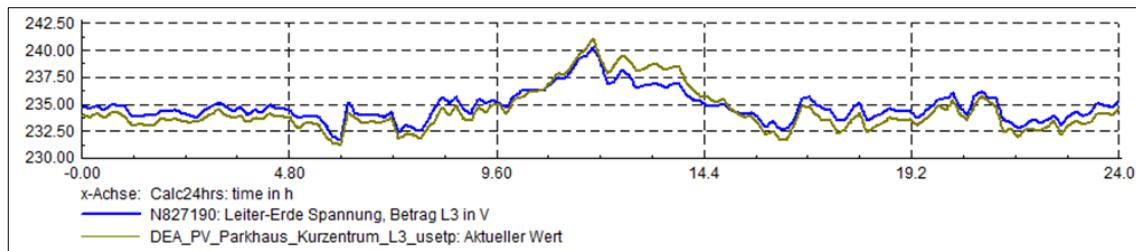


Abbildung 7: PV-Anlage Parkhaus Kurzentrum Spannungsverlauf,  
Vergleich der Messungen und der Simulation

Basierend auf der optimierten Simulation können Berechnungen mit geänderten Einspeisungen durchgeführt werden, wie z.B. für den Vergleich des Spannungsunsymmetrie ohne DEA und mit maximaler 1-phasiger Einspeisung entsprechend Abbildung 8.

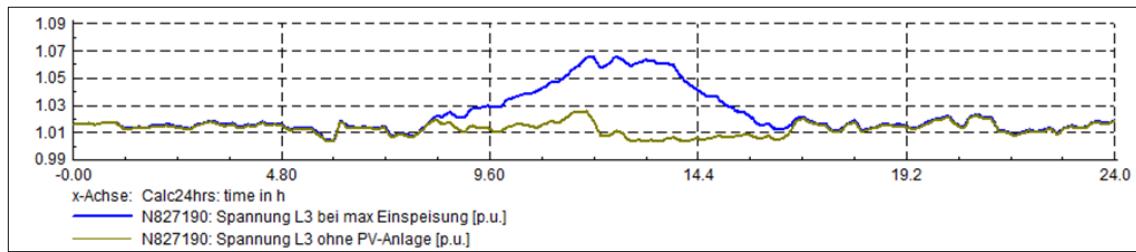


Abbildung 8: PV-Anlage Parkhaus Kurzentrum Verlauf der Spannungsunsymmetrie,  
Simulation ohne PV-Anlage und mit maximaler 1-phasiger Einspeisung

### 2.3.4 Anschlussgesuche

Die Anschlussgesuche für die zusätzlich im Jahre 2012 installierten Anlagen wurden durch AEW Energie AG genehmigt. Aufgrund der geringen Leistungen der im Jahre 2012 installierten Anlagen, konnten die Anschlussgesuche ohne Auflagen erteilt werden.

## 2.4 Arbeitsgruppe Netzbau und Netzbetrieb

Die Hauptaktivität 2012 der AG Netzbau und Netzbetrieb bestand in der praktischen Umsetzung der Tests nach Vorgaben der Arbeitsgruppe Resultatfindung. Weitere Aktivitäten waren die Unterstützung der Arbeitsgruppen Analyse Netz, Netzplanung und Netzdesign. Zusätzlich wurden notwendige Montagearbeiten am VEIN-Leitsystem und PQ-System in den betroffenen Verteilkabinen sowie in der Transformatorenstation Kreuzmatt unterstützt und begleitet.

Die Durchführung der einzelnen Tests wurde anhand der Vorgaben der AG Resultatfindung vorbereitet. Die Planung und Umsetzung lässt sich in folgende Schritte unterteilen.

### Aktivitäten vor den Versuchen:

- Grobterminplanung mit dem Betrieb Regional-Center Rheinfelden. Während den Versuchen dürfen keine Instandhaltungsarbeiten am Netz durchgeführt werden. Die Instandhaltungsarbeiten werden langfristig voraus geplant und müssen je nach Anforderungen des Projekt VEIN angepasst werden.



- Grobterminplanung mit der Abteilung Wärme der AEW Energie AG. Die BHKWs werden während den Versuchen manuell über das Leitsystem gesteuert. Der Wärmebedarf muss trotzdem immer gedeckt sein. Weiter dürfen auch keine Instandhaltungsarbeiten in der Wärmeversorgung während den Versuchsphasen durchgeführt werden.
- Nach der Grobterminplanung können die genauen Schaltzeiten der Anlagen festgelegt werden. Die einzelnen Wechselrichter der PV-Anlagen sowie die BHKWs werden pro Tag je nach Anforderung bis zu 6-mal ein- oder ausgeschaltet. Sind die genauen Zeiten bestimmt, müssen die Betriebszustände der DEA im VEiN-Leitsystem entsprechend programmiert werden.
- Die Anlagenbesitzer werden nun über die bevorstandenen Versuche informiert. Dies ist notwendig, da sie ansonsten allenfalls von einer Störung der DEA ausgehen und den Störungsdienst aufbieten.
- Notwendige versuchsbezogene Anpassungen im Versorgungsnetz werden mit dem Betrieb Regional-Center Rheinfelden besprochen und der Pikettdienst entsprechen instruiert und informiert. Kurz vor Versuchsbeginn werden die Umschaltung durchgeführt (Parallelschaltung der Trafos, ganze Last auf einen Trafo, Strangumschaltungen etc.)

#### Aktivitäten während den Versuchen:

- Während den Versuchen muss laufend die Spannungsqualität im NS-Netz überwacht werden. Je nach Testszenario werden die Grenzen der EN 50160 ausgelotet. In kritischen Situationen kann der Versuchsablauf entsprechend entschärft oder angepasst werden. Eine grobe Beurteilung der Versorgungsqualität erfolgt anhand der Informationen ab dem Leitsystem.
- Je nach Anforderungen werden während einzelnen Testphasen zusätzliche Messungen in der Trafostation, den Anlagen und den Kabelkabinen durchgeführt, wie z.B. Kurzschlussmessungen.
- Der Versuchsablauf muss oft aufgrund von Wetterbedingungen kurzfristig angepasst werden. Ohne genügend Sonneneinstrahlung ist eine sinnvolle Auswertung der Einflüsse der PV-Anlagen nicht möglich. Die Schaltzeiten im Leitsystem werden dann entsprechend neu bestimmt und im VEiN-Leitsystem programmiert.

#### Aktivitäten nach den Versuchen:

- Für die Auswertung des Testszenarios müssen die genauen Schaltzeiten der Anlagen bekannt sein. Diese werden entsprechend aufbereitet und der AG Resultatfindung zur Verfügung gestellt.
- Die durchgeführten Umschaltungen im Netz werden rückgängig gemacht. Der Pikettdienst wird darüber informiert, dass das Netz wieder im Normalzustand betrieben wird.



Als problematisch während den Versuchsabläufen stellten sich speziell die beiden BHKWs dar. Bei hohen Außentemperaturen kann die produzierte Wärme nicht abgegeben werden. Im Extremfall ist ein störungsfreier Betrieb nur während 15 Minuten möglich. Danach ist eine Abkühlungsphase von bis zu 4 Stunden notwendig. Dies muss für zukünftige Versuche berücksichtigt werden oder die beiden Anlagen müssen bezüglich der Wärmeabfuhrung technisch nachgebessert werden.

## 2.5 Arbeitsgruppe Leitsystem

### 2.5.1 Messung

Es konnten leichte Verbesserungen im Bereich der Lastgangauslesung bei den Smart Metern erreicht werden. Es können nun bei ca. 370 Smart Metern also ca. bei 69% der im VEIN-Gebiet eingesetzten Zähler die Lastgänge ausgelesen werden. Die Auslesung dieser Daten funktioniert stabil. Die Datenübertragung wird laufend verbessert, so dass immer mehr Messdaten zeitnah verfügbar sind.

### 2.5.2 Leitsystem

Das Leitsystem lief während der ganzen Zeit stabil. Es gab vereinzelt kleine Fehler, welche aber umgehend vom Lieferanten behoben werden konnten.

Bei den Leitsystemkomponenten im Alters- und Pflegeheim wurde noch ein weiterer Wärmezähler angeschlossen. Zudem wurde eine Anpassung bezüglich des Sammelalarmkontakte vom BHKW durchgeführt.

In der Leitsystemsoftware wurden einige Anpassungen für die Bedienung und Auswertung durchgeführt. Es ist nun möglich, bei den Zeittabellen in den Auswahlmöglichkeiten jeden einzelnen Wechselrichter der PV-Anlagen für eine gewisse Zeit ein- und auszuschalten. Dadurch können auch Zeittabellen für unsymmetrische Einspeisungen der PV-Anlagen erstellt werden, was für einzelne Tests gefordert wurde.

## 2.6 Arbeitsgruppe Resultatfindung und Kernaussagen

### 2.6.1 Durchführung von Tests mit den DEA

Im Dezember 2011 und während des Jahres 2012 wurden mehrere Tests mit den dezentralen Anlagen im NS-Netz der TS Kreuzmatt durchgeführt. Das Ziel der Tests war, mittels ausgewählten Situationen der Einspeisungen die im Grundlagendokument zu VEIN „Konkretisierung des Vorgehens zur Resultatfindung“ aufgestellten Thesen zu bestätigen oder zu widerlegen. Die Auswertung der Tests wird somit die Grundlage bilden, um die Kernaussagen zur vermehrten dezentralen Einspeisung formulieren zu können.

Für jeden durchgeföhrten Test wurde ein detaillierter Ablauf festgelegt, der vor der Testdurchführung auf rechnerisch simuliert wurde, um allfällige kritische oder unzulässige Situationen im NS-Netz zu erkennen.

Folgende Tests wurden durchgeführt:

- T1: Maximale Einspeisung der DEA bei der bestehenden Netzkonfiguration

- T2: Unsymmetrische Einspeisungen
- T3: Maximale Einspeisung der DEA bei parallelgeschalteten Trafos in der TS Kreuzmatt
- T4: Maximale Einspeisung der DEA mit nur einem Trafo in der TS Kreuzmatt

Die Tests und die bis jetzt ausgewerteten Resultate werden im Folgenden erläutert.

### T1: Maximale Einspeisung der DEA bei der bestehenden Netzkonfiguration

Die Tests T1 mit maximaler Einspeisung der DEA bei bestehender Netzkonfiguration wurden im Dezember 2011 und im März 2012 bei stärkerer Sonneneinstrahlung durchgeführt.

Der Test T1a im Dezember 2011 fand bei trüber Witterung statt, so dass die Einspeisung ab den PV-Anlagen sehr gering war, wie dies auch aus der Testübersicht gemäss Abbildung 9 hervorgeht.

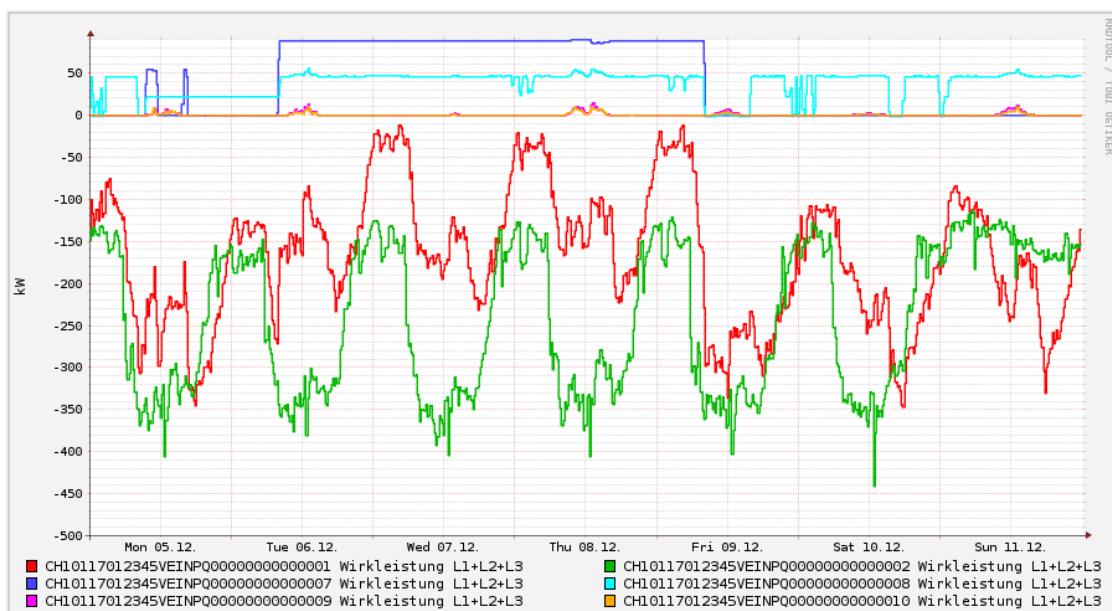


Abbildung 9: Testübersicht T1a Einspeisungen vom 5. bis 11.12.2011

In der Testübersicht gemäss Abbildung 9 sind die Einspeisungen ab den beiden Trafos und ab den grossen DEA von VEiN dargestellt:

- Einspeisung ab Trafo 1 der TS Kreuzmatt (rot)  
Negative Werte bedeuten bei den Trafoeinspeisungen einen Lastfluss in Richtung NS Sammelschiene, entsprechen also einem Bezug vom MS Netz.
- Einspeisung ab Trafo 2 der TS Kreuzmatt (grün)
- Einspeisung ab dem BHKW Schulhaus Robersten (dunkelblau)  
Installierte Leistung 90 kW

- Einspeisung ab BHKW und PV-Anlage des Alters- und Pflegeheims APH (hellblau)  
Installierte Leistung BHKW 45 kWel und PV-Anlage 30 kW
- Einspeisung ab PV-Anlage Parkhaus Kurzentrum (rosa)  
Installierte Leistung 60 kW
- Einspeisung ab PV-Anlage Zähringer (orange)  
Installierte Leistung 30 kW

Aus der Testübersicht geht hervor, dass vom 6. bis 9. Dezember 2011 mit der maximalen Einspeisung der beiden BHKW Schulhaus Robersten und APH, die am Trafo 1 angeschlossen sind, der Bezug ab der Trafostation stark reduziert wird und in den Nachtstunden bis auf wenige kW zurückgeht. Die Einspeisung der PV-Anlagen war zum Zeitpunkt der Tests sehr gering, was aus dem geringen Leistungsanstieg der PV-Anlagen in Abbildung 9 ersichtlich ist. Der Bezug ab dem Trafo 2 wird somit durch die PV-Anlagen Parkhaus Kurzentrum und Zähringen nicht ersichtlich beeinflusst.

Am Mittwoch, 8.12.2012 wurde im Rahmen des Tests T1a auch eine Variation der Blindleistung der beiden BHKW durchgeführt, um den Einfluss der Blindleistung auf die Spannung am Anschlusspunkt und in der Trafostation zu prüfen. In Abbildung 10 sind die entsprechenden Messungen zusammengestellt.

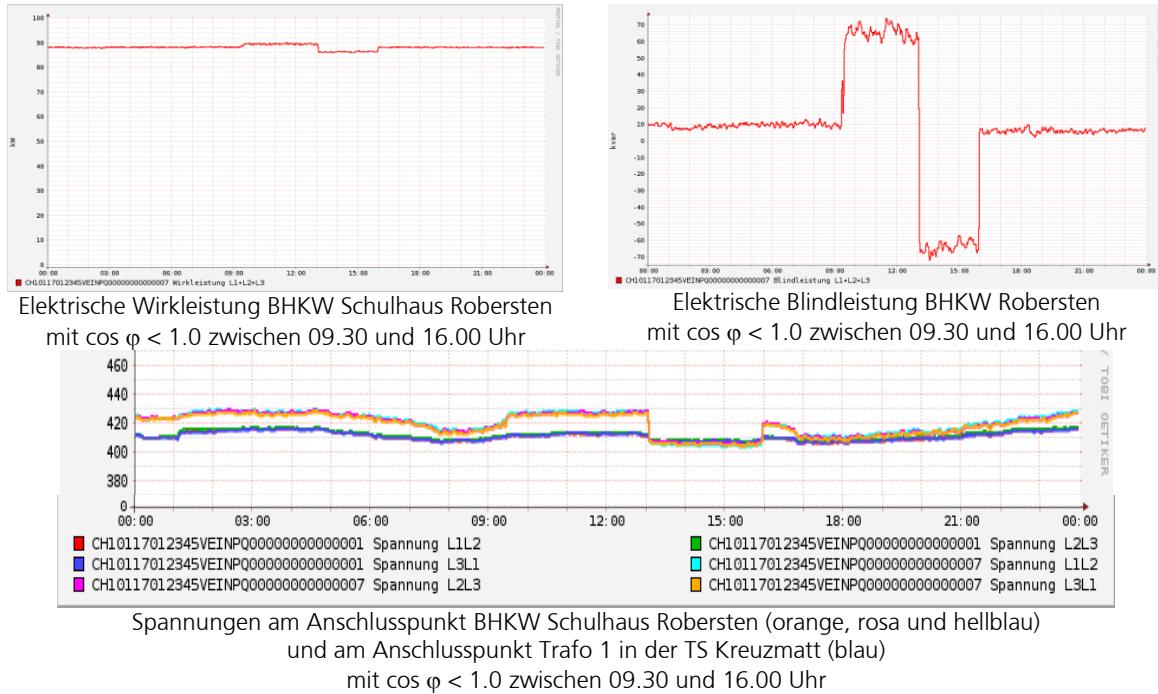


Abbildung 10: Blindleistungsvariation der BHKW am 8.12.2011

Die Analyse der Spannungsverläufe zeigt, dass bei einer Erhöhung der Blindleistungseinspeisung ab dem BHKW Schulhaus Robersten ( $\cos \varphi = 0.8$  ind von 09.30 Uhr bis 13:00 Uhr) die Spannung am Anschlusspunkt des BHKW Schulhaus Robersten ansteigt. Bei einem Bezug von Blindleistung durch das BHKW ( $\cos \varphi = 0.8$  cap von 13.00 Uhr bis 16:00 Uhr) wird die Spannung am Anschlusspunkt des BHKW Schulhaus Robersten entsprechend reduziert. In der Trafostation haben diese Blindleistungsänderungen jedoch kaum einen Einfluss auf die Span-

nung. Damit konnte in einem praktischen Versuch gezeigt werden, dass durch die Blindleistungsänderung von DEA auf die Spannung am Anschlusspunkt der DEA Einfluss genommen werden kann.

Der Test T1a vom Dezember 2011 wurde in einem Messprotokoll beschrieben und ausgewertet. Zusammenfassend können zum Test T1a folgende Aussagen gemacht werden.

- Mit der maximal möglichen Einspeisung wurden die Grenzen der Einspeisung nicht erreicht und es sind während dem Test auch keine kritischen Situationen aufgetreten.
- Die Spannungsschwankungen haben den Normgrenzwert von  $\pm 10\%$  der Nennspannung nicht überschritten.
- Mit einer Blindleistungsvariation der DEA kann die Spannung am Anschlusspunkt gesteuert werden, ohne die Spannung in der Trafostation stark zu beeinflussen.
- Zudem konnten mit Auswertungen der Blindleistungen an den Anschlusspunkten der PV-Anlagen Erkenntnisse über das Blindleistungsverhalten von PV-Anlagen gewonnen werden.

Der Test mit maximaler Einspeisung bei Normalschaltzustand wurde im März 2012 bei stärkerer Sonneneinstrahlung entsprechend Abbildung 11 nochmals durchgeführt. Bei diesem Test T1c wurde der Ablauf dahingehend geändert, dass die Einspeisung nur mit PV-Anlagen, nur mit BHKW sowie mit PV-Anlagen und BHKW Anlagen erfolgten. Zudem wurden die DEA in einem Rhythmus von 2 Stunden ein- und ausgeschaltet, um einen besseren Vergleich zwischen Netzbetrieb mit und ohne DEA zu erhalten.

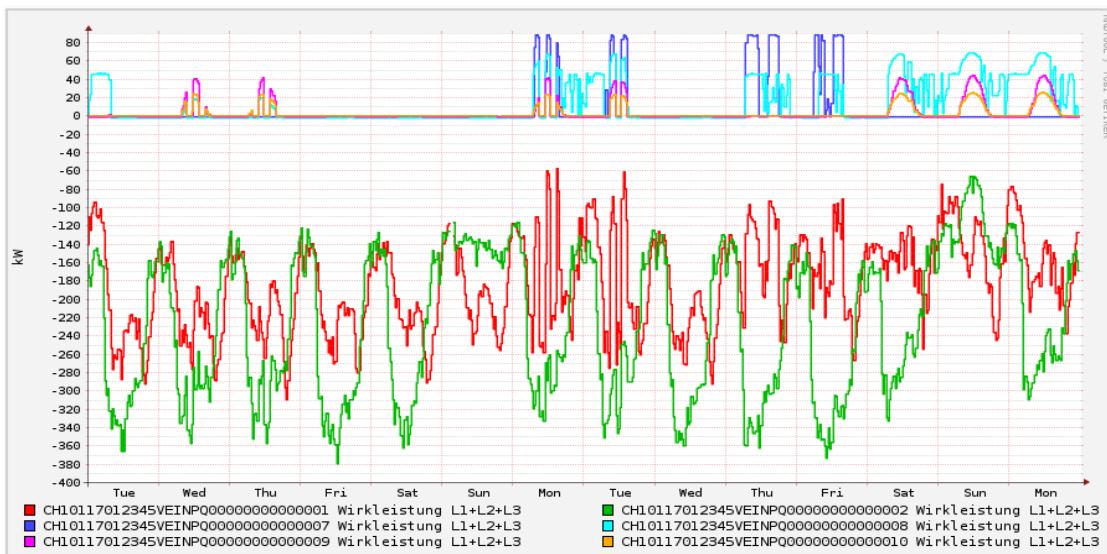


Abbildung 11: Testübersicht T1c Einspeisungen vom 20. bis 30.03.2012

In der Testübersicht gemäss Abbildung 11 sind wiederum die Einspeisungen ab den beiden Trafos und ab den grossen DEA von VEIN dargestellt:

- Einspeisung ab Trafo 1 der TS Kreuzmatt (rot)
- Einspeisung ab Trafo 2 der TS Kreuzmatt (grün)

- Einspeisung ab dem BHKW Schulhaus Robersten (dunkelblau)
- Einspeisung ab BHKW und PV-Anlage des Alters- und Pflegeheims APH (hellblau)
- Einspeisung ab PV-Anlage Parkhaus Kurzentrum (rosa)
- Einspeisung ab PV-Anlage Zähringer (orange)

Der Test T1c vom März 2012 wurde in einem Messprotokoll beschrieben und ausgewertet. Zusammenfassend können zum Test T1c folgende Aussagen gemacht werden.

- Mit der maximal möglichen Einspeisung wurden die Grenzen der Einspeisung immer noch nicht erreicht, auch wenn die PV-Anlagen mehr Strom produzierten als beim Test im Dezember 2011. Während dem Test T1c sind ebenfalls keine kritischen Situationen aufgetreten.
- Die Spannungsschwankungen haben den Normgrenzwert von  $\pm 10\%$  der Nennspannung nicht überschritten.
- Der Grenzwert der Spannungsanhebung gemäss DACHCZ wurde teilweise überschritten.
- Die Grenzwerte der gesamten Strom- und Spannungsoberschwingungen THDi und THDu wurden gemäss der Protokollierung im VEIN-Leitsystem nie überschritten.

## T2: Unsymmetrische Einspeisungen

Die Tests T2 mit unsymmetrischer Einspeisung ab den PV-Anlagen Parkhaus Kurzentrum und APH wurden im Januar 2012 und im Juli 2012 bei stärkerer Sonneneinstrahlung durchgeführt.

Der Test T2a im Januar 2012 fand bei geringer Sonneneinstrahlung statt, so dass die einphasige Einspeisung ab den PV-Anlagen entsprechend Abbildung 12 sehr gering war. Die unsymmetrische Eispeisung erfolgte jeweils ab der Phase L3 der beiden mit einphasigen Wechselrichtern ausgerüsteten PV-Anlagen Parkhaus Kurzentrum und APH.

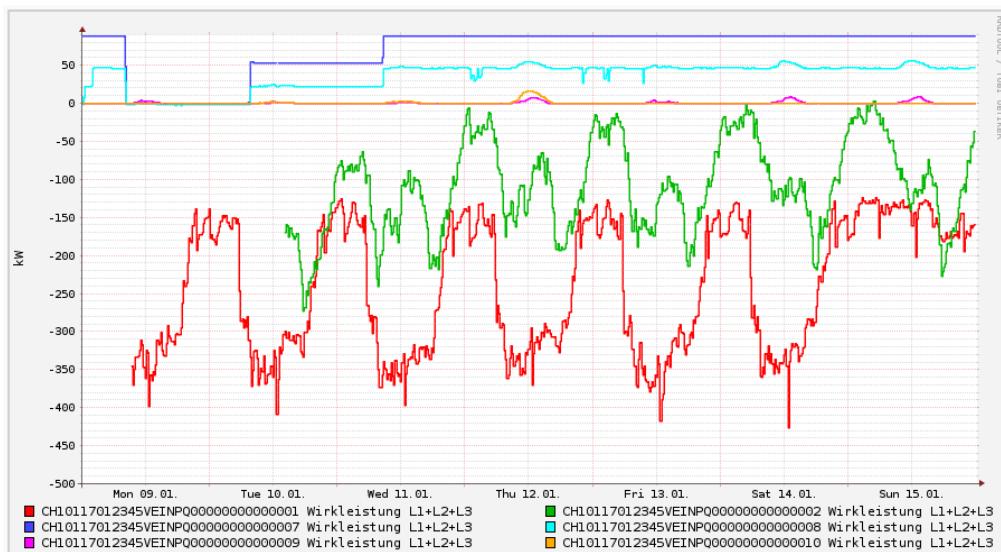


Abbildung 12: Testübersicht T2a Unsymmetrische Einspeisungen vom 9. bis 13.01.2012

In der Testübersicht gemäss Abbildung 12 sind die Einspeisungen ab den beiden Trafos und ab den grossen DEA von VEIN dargestellt:

- Einspeisung ab Trafo 1 der TS Kreuzmatt (grün)
- Einspeisung ab Trafo 2 der TS Kreuzmatt (rot)
- Einspeisung ab dem BHKW Schulhaus Robersten (dunkelblau)
- Einspeisung ab BHKW und PV-Anlage des Alters- und Pflegeheims APH (hellblau)
- Einspeisung ab PV-Anlage Parkhaus Kurzentrum (rosa)
- Einspeisung ab PV-Anlage Zähringer (orange)

Der Test T2a vom Januar 2012 wurde in einem Messprotokoll beschrieben und ausgewertet. Zusammenfassend können zum Test T2a folgende Aussagen gemacht werden.

- Aufgrund der schwachen Sonneneinstrahlung waren auch die unsymmetrisch eingespeisten Ströme der beiden PV-Anlagen sehr gering, so dass der Einfluss auf die Spannung an den Anschlusspunkten der PV-Anlagen nicht erkennbar war.
- Die Grenzwerte des Unsymmetriegrades  $k_U$  gemäss DACHCZ wurden nicht überschritten.

Der Test mit den unsymmetrischen Einspeisungen ab den PV-Anlagen Parkhaus Kurzentrum und APH wurde vom 16. bis 24. Juli 2012 bei sonnigem oder teilweise bewölkttem Wetter nochmals durchgeführt. Die Übersicht über den Testverlauf T2c ist aus Abbildung 13 ersichtlich. Die unsymmetrische Einspeisung erfolgte an unterschiedlichen Tagen jeweils ab den Phasen L1, L2 und L3 der beiden PV-Anlagen. So erfolgte am Montag 16.07.2012 während dem ganzen Tag die Einspeisung ab der Phase L1 und am Dienstag 17.07.2012 die einphasige Einspeisung ab der Phase L1 im Zweistundentakt. Dasselbe erfolgte am 18./19.07.2012 mit der Einspeisung ab der Phase L2 und am 23./24.07.2012 mit der Einspeisung der Phase L3. An den andern Tagen erfolgte die Einspeisung jeweils dreiphasig.

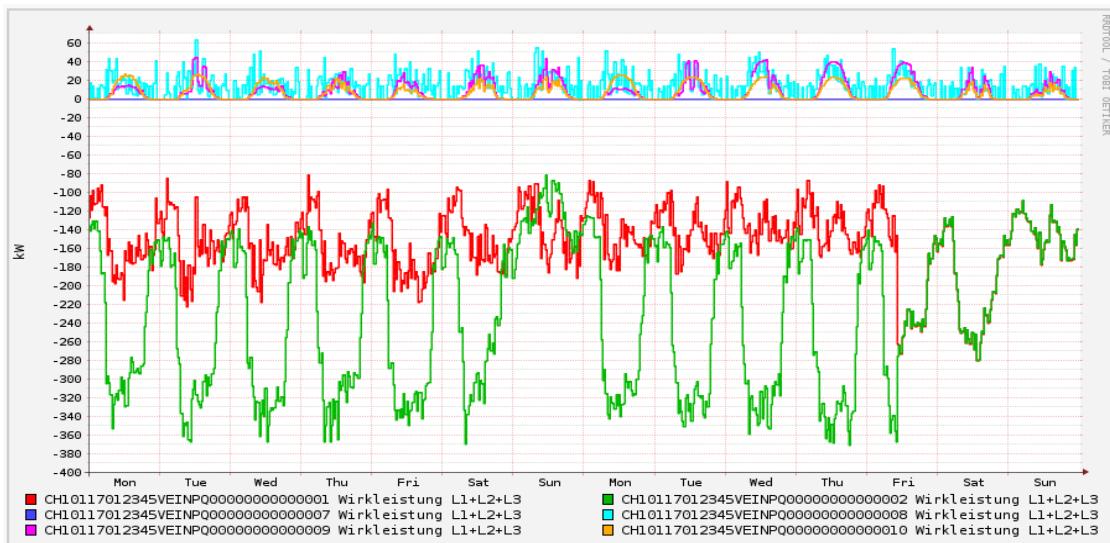


Abbildung 13: Testübersicht T2c Unsymmetrische Einspeisungen vom 16. bis 24.07.2012

In der Testübersicht gemäss Abbildung 13 sind die Einspeisungen ab den beiden Trafos und ab den grossen DEA von VEiN dargestellt:

- Einspeisung ab Trafo 1 der TS Kreuzmatt (rot)
- Einspeisung ab Trafo 2 der TS Kreuzmatt (grün)
- Einspeisung ab BHKW und PV-Anlage des Alters- und Pflegeheims APH (hellblau)  
Das BHKW APH wird im Sommer für die Warmwasseraufbereitung genutzt, daher erfolgen die häufigen Ein- und Ausschaltungen.
- Einspeisung ab PV-Anlage Parkhaus Kurzentrum (rosa)
- Einspeisung ab PV-Anlage Zähringer (orange)

Detailinformationen zur einphasigen Einspeisung ab der Phase L1 sind aus Abbildung 14 ersichtlich.

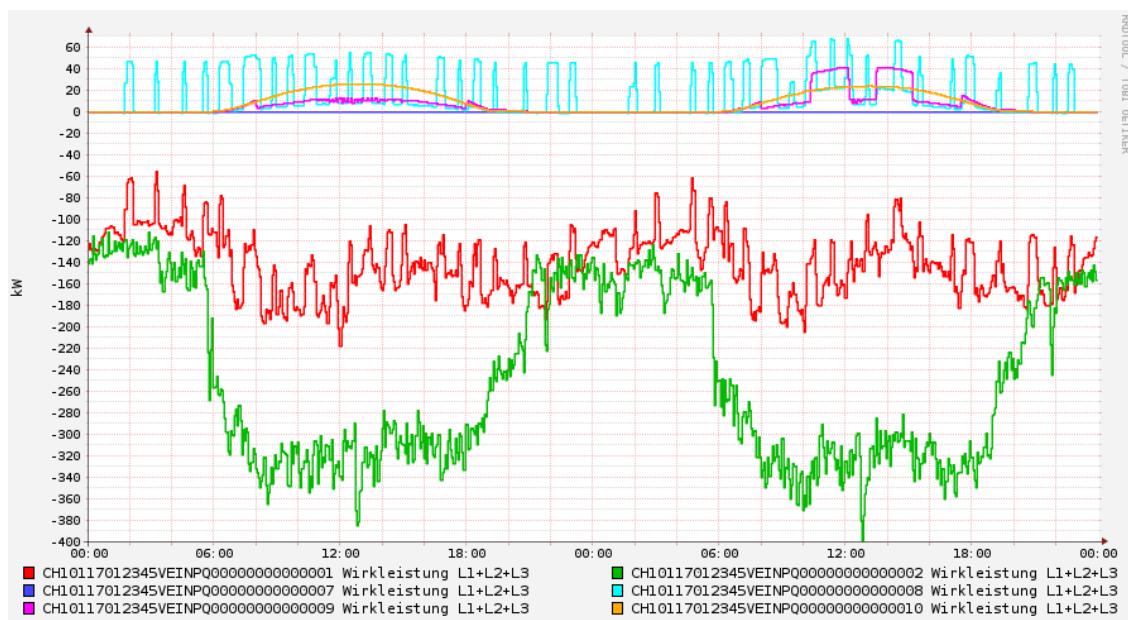


Abbildung 14: Test T2c Detail zur unsymmetrischen Einspeisung vom 16. und 17.07.2012

Vom Test T2c im Juli 2012 sind Messresultate und Reports nach EN 50160 vorhanden. Daraus geht nach einer ersten Grobanalyse entsprechend Kapitel 2.3.1 hervor, dass während den unsymmetrischen Einspeisungen keine Grenzwerte überschritten wurden.

Der Test T2c muss jedoch im Detail noch ausgewertet werden. Dabei muss nebst der Detailauswertung der Grenzwertüberwachungen auch die Netzqualität weiter analysiert werden, so dass auch Aussagen über den Einfluss der DEA auf die Netzqualität gemacht werden können, die über eine reine Grenzwertbetrachtung hinausgehen.

### T3: Maximale Einspeisung mit parallel geschalteten Transformatoren

Der Test mit maximaler Einspeisung mit parallel geschalteten Transformatoren in der TS Kreuzmatt wurde Ende Juli, Anfang August 2012 entsprechend Abbildung 15 durchgeführt. Bei diesem Test T3a wurden vorgängig zum Test die beiden Transformatoren parallel geschaltet, am Montag, 3.07.2012 alle DEA ausgeschaltet, an den beiden Folgetagen nur mit den PV-Anlagen dezentral eingespeist, danach nur mit den BHKW eingespeist und schlussendlich mit sämtlichen verfügbaren DEA eingespeist. Die Einspeisung der DEA erfolgte jeweils mit Ein- und Ausschaltungen in einem Rhythmus von 2 Stunden. Diese unterschiedlichen Zustände der Einspeisungen ab den DEA wurden so gewählt, um einen besseren Vergleich zwischen Netzbetrieb mit DEA und Netzbetrieb ohne DEA zu erhalten.

Während diesem Test wurden zudem Kurzschlussmessungen im NS-Netz durchgeführt.



Abbildung 15: Testübersicht T3a Trafoparallelschaltung vom 27.07. bis 08.08.2012

In der Testübersicht gemäss Abbildung 15 sind die Einspeisungen ab den beiden Trafos und ab den grossen DEA von VEiN dargestellt:

- Einspeisung ab Trafo 1 der TS Kreuzmatt (rot)  
Während der Trafoparallelschaltung liegt der Verlauf der Messwerte des Transfomers 1 hinter dem identischen Verlauf des Transfomers 2
- Einspeisung ab Trafo 2 der TS Kreuzmatt (grün)
- Einspeisung ab dem BHKW Schulhaus Robersten (dunkelblau)  
Da das Fernwärmennetz, in das das BHKW einspeist, im Sommer nur eine beschränkte Kapazität für zusätzliche Wärmeenergie aufweist, konnte das BHKW entsprechend den Leistungsspitzen mit ca. 90 kW nur während kurzen Zeiten eingeschaltet werden.

- Einspeisung ab BHKW und PV-Anlage des Alters- und Pflegeheims APH (hellblau)  
Die Ein- und Ausschaltungen des BHKW werden durch den Wärmebedarf für die Warmwasseraufbereitung bestimmt.
- Einspeisung ab PV-Anlage Parkhaus Kurzzentrum (rosa)
- Einspeisung ab PV-Anlage Zähringer (orange)

Die Messresultate des Testes T3a liegen vor. Die Reports nach EN 50160 sind vorhanden. Daraus geht nach einer ersten Grobanalyse entsprechend Kapitel 2.3.1 hervor, dass während dem Test die Grenzwerte der 15. Spannungsoberschwingungen teilweise überschritten werden. Weitere Grenzwerte wurden keine überschritten. Die Auswertung bezüglich der Einhaltung der Grenzwerte und der weitergehenden Analyse der Netzqualität muss im Detail noch durchgeführt werden.

#### T4: Maximale Einspeisung mit einem Transformator

Der Test mit maximaler Einspeisung und lediglich einem Transformator in der TS Kreuzmatt wurde im September 2012 entsprechend Abbildung 16 durchgeführt. Bei diesem Test T4a wurde die gesamte Last des NS-Netzes am Dienstag, 4.9.2012 Vormittag auf den Transformator 1 der TS Kreuzmatt geschaltet. Anschliessend erfolgten wiederum unterschiedliche Einspeisungen ab den DEA, d.h. ohne DEA, nur PV-Anlagen, alle DEA und nur BHKW.

Während diesem Test wurden ebenfalls Kurzschlussmessungen durchgeführt.

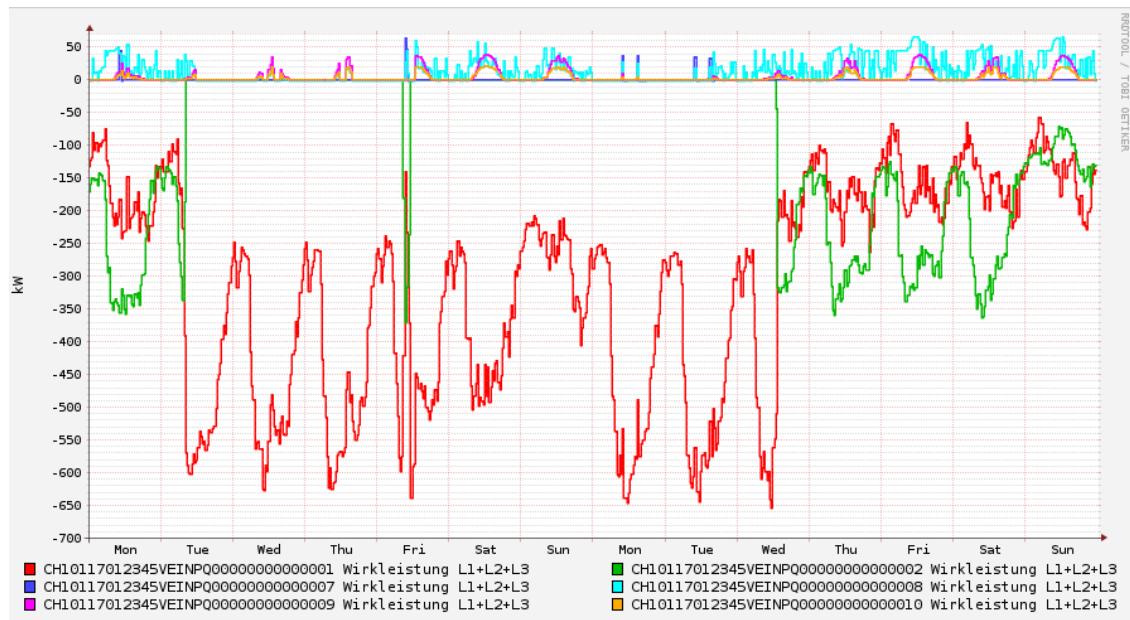


Abbildung 16: Testübersicht T4a Last an einem Transformator vom 3. bis 11.09.2012

In der Testübersicht gemäss Abbildung 16 sind die Einspeisungen ab den beiden Trafos und ab den grossen DEA von VEIN mit denselben Farben wie für den Test T3a dargestellt.

Die Messresultate des Testes T4a liegen vor. Die Auswertung bezüglich der Einhaltung der Grenzwerte und der weitergehenden Analyse der Netzqualität muss noch durchgeführt werden.

## 2.6.2 Testauswertungen

Die Auswertungen der Tests im Detail müssen noch durchgeführt werden. Mittlerweile liegt eine grosse Datenmenge von Testes und auch von der dauernden Messdatenerfassung vor. Die detaillierte Auswertung dieser Messdaten übersteigt die für VEIN verfügbare Arbeitskapazität der in der AG Resultatfindung mitwirkenden Mitarbeiter der VEIN-Partner. Die AG Resultatfindung wird daher die einzelnen durchgeföhrten Tests protokollieren, so dass der Testablauf festgehalten ist. Im Rahmen dieser Testprotokolle wird von der AG Resultatfindung auch definiert, welche Situationen im Test bezüglich der Netzqualität im Detail zu analysieren sind. Für die detaillierte Auswertung der Messdaten ist vorgesehen, die Zusammenarbeit mit den Fachhochschulen zu intensivieren, d.h. dass die Detailauswertungen durch die Fachhochschulen im Auftrag von VEIN erfolgen werden.

## 2.6.3 Weitere Tests

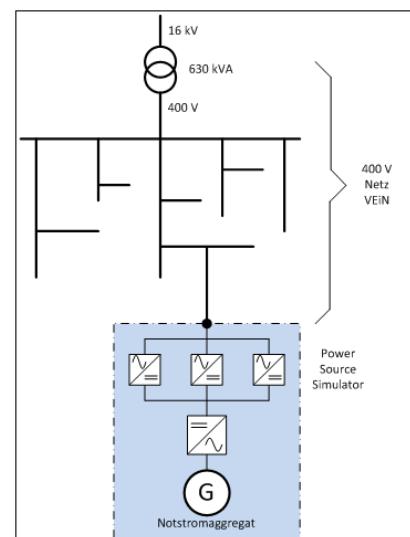
Bei weiteren vorgesehenen Tests soll die eingespeiste Leistung der DEA ab dem Leitsystem gesteuert werden, um damit gezielt eine Verbesserung der Netzqualität im NS-Netz zu erreichen. Diese Tests können nicht nach einem vorgegebenen Testprogramm durchgeführt werden, sondern müssen auf die jeweilige Situation angepasst werden, d.h. der Einsatz der DEA muss auf die Last- und Spannungsverhältnisse im NS-Netz abgestimmt werden.

Zudem ist vorgesehen, die Tests zur Abtrennung von Teilnetzen mit DEA jeweils im Vorfeld von geplanten Abschaltungen von NS-Netzteilen für Unterhaltsarbeiten durchzuführen.

## 2.6.4 Zusätzliche Einspeisungen ab Wechselrichter

Um die Grenzen der Einspeisung zu erreichen genügen die vorhandenen DEA nicht. Es ist zusätzliche Leistung ab dezentralen Einspeisungen erforderlich. Diese zusätzliche Einspeiseleistung ab DEA ins NS-Netz erfolgt im Sinne von VEIN über Wechselrichter, um damit zusätzliche PV-Anlagen oder Windanlagen mit Umrichtern zu simulieren. Neben den geplanten zusätzlichen DEA, die im Herbst/Winter 2012/13 installiert werden, ist auch vorgesehen, für Testzwecke weitere Einspeisungen ab Notstromaggregaten über Gleich- und Wechselrichter entsprechend Abbildung 17 zu installieren. Dabei sollen die Leistungen der Wechselrichter in der Größenordnung von kleinen bis mittleren PV-Anlagen liegen, d.h. die Leistungen sollen zwischen 10 kW und 30 kW betragen.

Abbildung 17: Prinzip einer zusätzlichen Einspeisung ab Notstromaggregat über Gleich- und Wechselrichter





## 3 TEILPROJEKT ANLAGEN

### 3.1 Allgemeines

Im Projekt VEiN wird zwischen Anlagen, die durch das AEW Anlagencontracting bereitgestellt werden und denjenigen, die direkt durch VEiN bereitgestellt werden, unterschieden. Von Bedeutung aber ist, dass die Verwaltung dieser beiden Anlagenkategorien durch das AEW Anlagencontracting erfolgt. Neben diesen Anlagenkategorien gibt es auch privat finanzierte und betriebene Anlagen. Diese Anlagen werden von VEiN, wenn sie nicht schon vor Projektbeginn erstellt worden waren, mit einem einmaligen Kostenbeitrag von CHF 1'000.- pro kW installierte elektrische Leistung unterstützt. Bis jetzt gibt es eine Anlage (P7 gemäss Tabelle 1) welche einen Kostenbeitrag erhalten hat.

### 3.2 Anlagen- und Objektübersicht

Der aktuelle Stand der Anlagen für VEiN ist aus Tabelle 1 ersichtlich. Die jeweiligen Standorte sind im Übersichtsplan (Abbildung 18) eingetragen.

Nr.	Anlagen-Kategorie	Objekt	Leistung kW <sub>el</sub>	Energie kWh <sub>el/a</sub>	IBS	Status
P1	Photovoltaik	Alters und Pflegeheim	33	29'700	22.04.2010	in Betrieb
P2	Photovoltaik	Parkhaus Kurzentrum	60	54'000	29.04.2010	in Betrieb
P3	Photovoltaik	röm. kath. Kirchg. Pfarreigebäude	31	27'900	02.2013	in Planung
P4	Photovoltaik	Bezirksgericht	11	9'900		canceled
P5	Photovoltaik	Baugenossenschaft Zähringer	32	28'800	21.12.2010	in Betrieb
P6	Photovoltaik	MFH, Gartenweg 12				canceled
P7	Photovoltaik	EFH, L'Orsa-Strasse 19	9	8'100	01.10.2010	in Betrieb
P8	Photovoltaik (Panatron-Ziegel)	EFH, Gartenweg 50				canceled
P9	Photovoltaik	MFH, Zürcherstrasse 1	ca. 5			canceled
P10	Photovoltaik	EFH, Roberstenstrasse 50a	ca. 4			canceled
P11	Photovoltaik	MFH, Lindenstrasse 32	ca. 4			canceled
P12	Photovoltaik	evang. Ref. Kirche				canceled
P13	Photovoltaik	EFH, Hermann-Keller-Strasse 7	11	9'900	01.04.2012	in Betrieb
P14	Photovoltaik	NAB	5			Abklärung
W1	Leichtwind-Anlage	EFH, Jakob-Strasser-Weg 1	4	3'000	01.10.2012	in Realisierung
W2	Kleinst-Leichtwind-Anlagen	3 Standorte auf Kandelaber	je 0.5	750		Abklärung
B1	Erdgas-BHKW	Alters- und Pflegeheim	48	278'400	21.12.2010	in Betrieb
B2	Erdgas-BHKW	Schulhaus Robersten	90	198'000	22.12.2010	in Betrieb
B3	Erdgas-BHKW	MFH (7 Parteien)				canceled
B4	Erdgas-BHKW	Genossenschaft Lindenpark				canceled
B5	Erdgas-Mini-BHKW	Praxis, Hermann-Keller-Strasse 7	1			canceled
B6	Erdgas-Mini-BHKW	EFH, Salinenstrasse 28	1			canceled
B7	Erdgas-Mini-BHKW	EFH, Jakob-Strasser-Weg 1	1		12.2012	in Planung
B8	Erdgas-Mini-BHKW	EFH, Salinenstrasse 11	1			Abklärung
KWK	WWKW	Stadt Rheinfelden	6	48'000		Abklärung

Stand: 19.10.2012

gesichert oder fertig

wahrscheinlich

Tabelle 1: Zusammenstellung der für VEiN evaluierten Anlagen

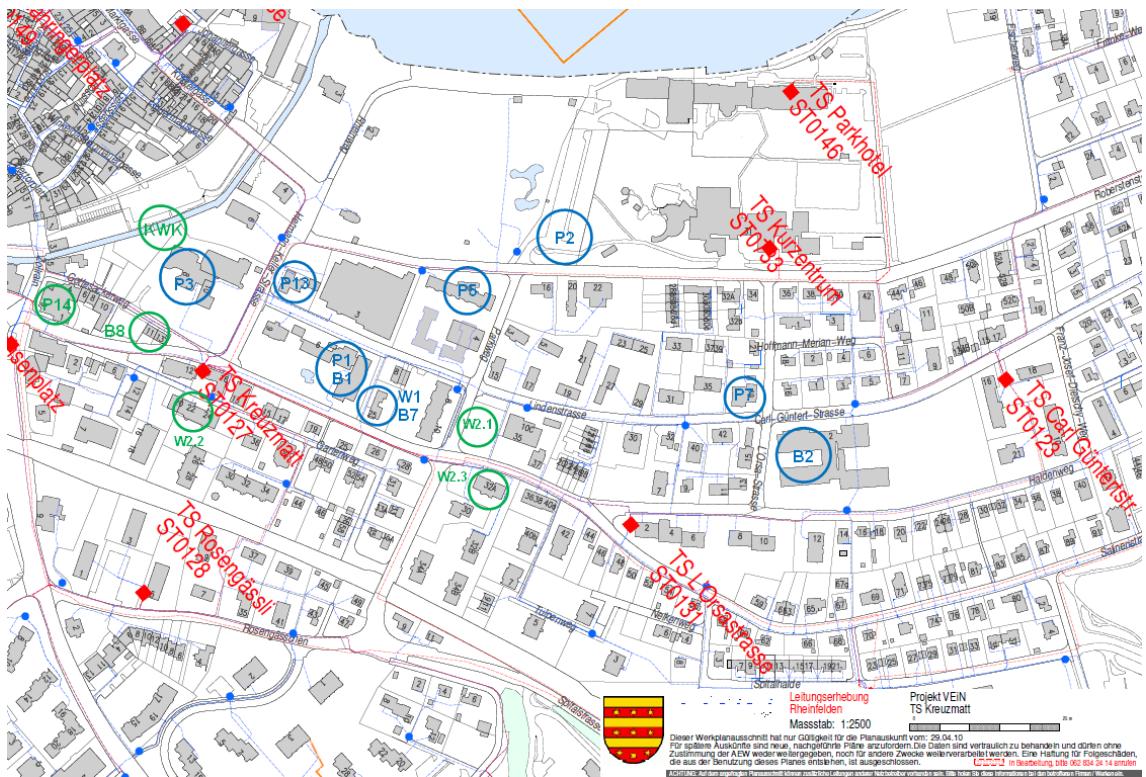


Abbildung 18: VEiN Übersichtsplan mit Anlagenstandorte

### 3.3 Blockheizkraftwerke (BHKW)

### 3.3.1 Übersicht über die BHKW in VEiN

Die beiden im AEW-Contracting realisierten Blockheizkraftwerke „BHKW Alters- und Pflegeheim“ und „BHKW Schulhaus Robersten wurden im Dezember 2010 in Betrieb genommen. Die beiden BHKW-Anlagen erzeugten im Jahr 2011 zusammen 510'377 kWh elektrische Energie.

Davon erzeugte das BHKW Alters- und Pflegeheim rund 200'000 kWh. Diese Energiemenge ist durch die wärmegeführte betriebsweise jährlich zu erwarten. Die BHKW-Anlage Schulhaus Robersten wird nicht wärmegeführt gefahren sondern nur für die Testzwecke von VEiN verwendet. Die dort erzeugte Wärme wird in den Nahwärmeverbund Rheinfelden Ost eingespielen. Das Schulhaus Robersten selbst bezieht wiederum Wärme aus diesem Nahwärmeverbund. Dadurch kann das BHKW auch im Sommer jederzeit eingeschaltet werden, die Betriebsweise ist nicht vom Wärmebedarf des Schulhauses abhängig.

Das BHKW Alters- und Pflegeheim (Abbildung 19 und Abbildung 20) kann auch im Sommer betrieben werden. Grundsätzlich wird diese Anlage wärmegeführt betrieben, jedoch kann man im Sommer das BHKW einschalten. Die überschüssige Wärme wird dann über die Rückkühleranlage, welche sich auf dem Dach befindet, ohne genutzt zu werden, abgeführt. Umgekehrt lässt sich die BHKW-Anlage im Winter auch abschalten, weil eine redundante Wärmeerzeugung mit einem Gasheizkessel vorhanden ist, welche wärmetechnisch und regelungstechnisch mit dem BHKW gekoppelt ist.



	Inst. el. Leistung	Produktion 2011	Vollaststunden
▪ Alters- und Pflegeheim	48.0 kW	192'767 kWh	4'015 h
▪ Schulhaus Robersten	90.0 kW	317'610 kWh	3'529 h
<b>Total</b>	<b>138.0 kW</b>	<b>510'377 kWh</b>	

Abbildung 19: BHKW Alters- und Pflegeheim

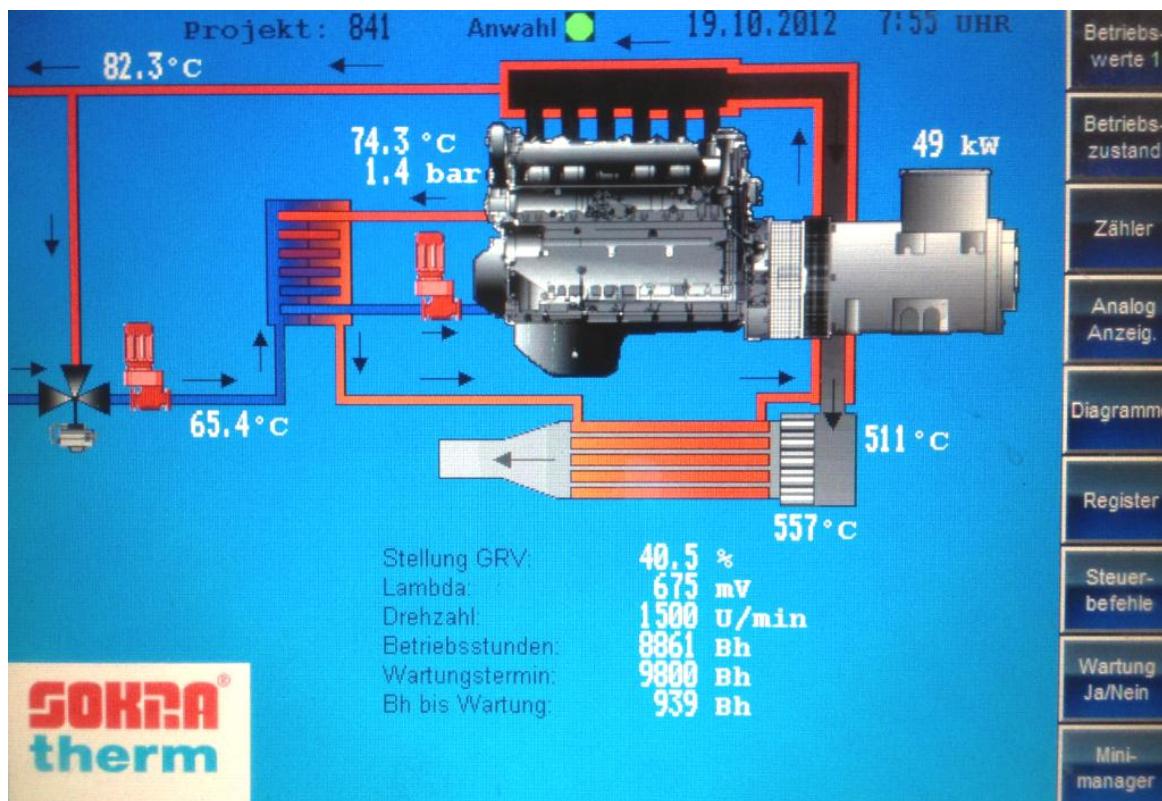


Abbildung 20: Synoptik auf BHKW Steuerung des BHKW Alters- und Pflegeheim

Beide BHKW-Anlagen können über das VEiN-Leitsystem angesteuert werden (Abbildung 21 und Abbildung 25). Das Leitsystem ist seit Sommer 2011 in Betrieb. Über die Synoptik lassen sich bei beiden BHKW-Anlagen 2 Leistungsstufen schalten (Volllast 100% und Teillast 50%).

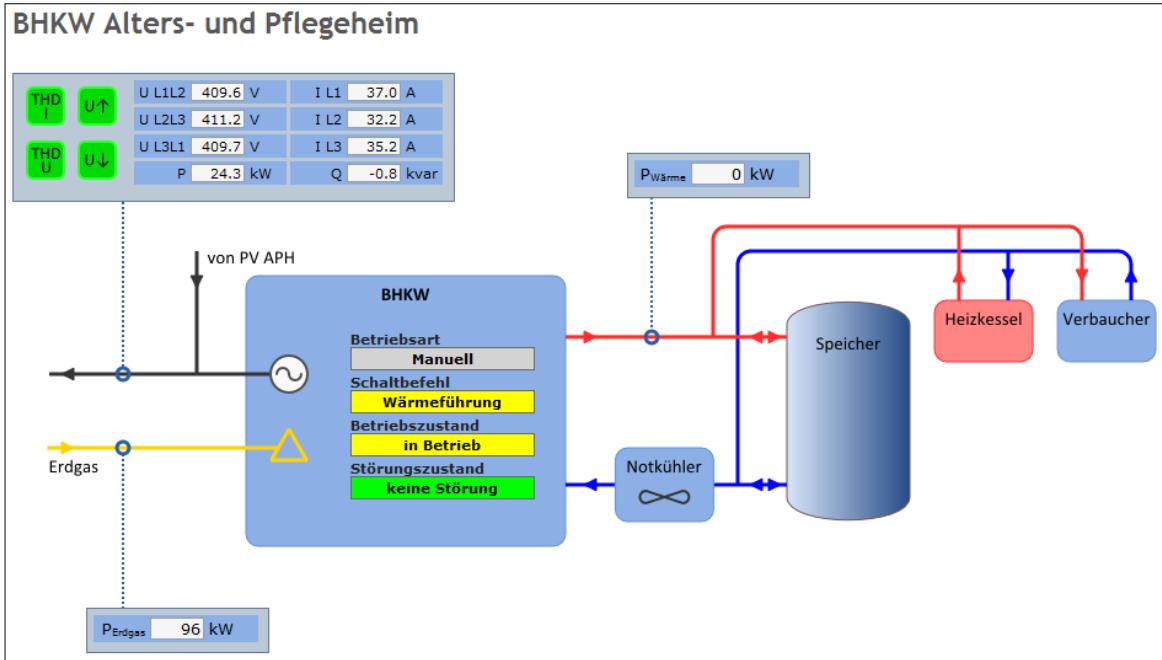


Abbildung 21: Synoptik auf dem VEIN-Leitsystem des BHKW Alters- und Pflegeheim

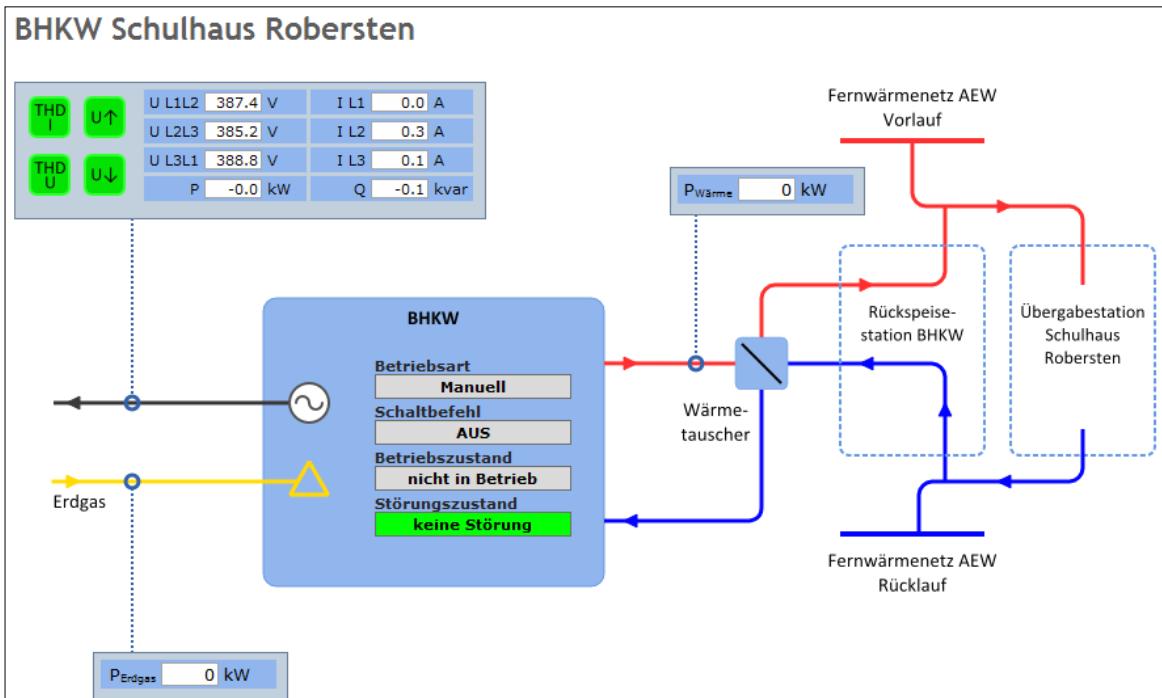


Abbildung 22: Synoptik auf dem Leitsystem; BHKW Schulhaus Robersten



### 3.3.2 Technische Daten und elektrische Anbindung

Die beiden BHKWs sind auf den gleichen Transformator in der TS Kreuzmatt aufgeschaltet. Weiter ist das Gebäude des Alters- und Pflegeheims über die gleiche Hauptleitung wie das BHKW im Alters- und Pflegeheim mit der TS Kreuzmatt verbunden. Beim Schulhaus Robersten erfolgte die elektrische Einbindung direkt auf die nächste Kabelkabine und ist mit einer Hauptleitung über mehrere Kabelkabinen mit der TS Kreuzmatt verbunden. Diese Konstellation ist für die Beantwortung einiger Fragestellungen des Projektes optimal, erfordert aber eine entsprechende Überwachung der Leitungen, um Versorgungsunterbrüche vermeiden zu können.

#### BHKW Alters- und Pflegeheim

- Installierte elektrische Leistung: 48 kW
- Installierte thermische Leistung: 82 kW
- Inbetriebnahme: 21.12.2010

#### BHKW Schulhaus Robersten

- Installierte elektrische Leistung: 90 kW
- Installierte thermische Leistung: 142 kW
- Inbetriebnahme: 21.12.2010

### 3.3.3 Mini-BHKW

Ein Einsatz von sogenannten Mini-BHKW-Anlagen auf der Basis von Hochtemperatur-Brennstoffzellen-Heizsystemen ist bei 2 EFH-Standorten in Abklärung. Es handelt sich hierbei um kleine Brennstoffzellen-BHKWs. Eingesetzt werden sollen das Produkt Galileo ehemalig Sulzer Hexis und das Produkt BlueGen von CFC (Abbildung 23), welche auch mittels Erdgas betrieben werden sollen.

**BlueGEN**

- HT-Brennstoffzelle
- intergierte Gas-Heizung
- el. Leistung: 1.5 kW
- th. Leistung: 0.6 kW
- el. Wirkungsgrad: 60%

**Galileo 1000 N**

- HT-Brennstoffzelle
- intergierte Gas-Heizung
- el. Leistung: 1.0 kW
- th. Leistung: 1.8 kW
- el. Wirkungsgrad: 33%

Abbildung 23: Produkte der Mini-BHKW

### 3.4 Photovoltaik (PV)

Zurzeit sind 5 PV-Anlagen im Projektperimeter von VEIN für die Zwecke von VEIN in Betrieb. Die letzte Anlage ging Anfang Mai 2012 ans Netz.

#### PV-Anlage Alters- und Pflegeheim

- Installierte el. Leistung: 32.8 kWp
- 156 PV-Module à 210 Wp
- 6 x 1-phasige Wechselrichter
- Inbetriebnahme: 22.04.2010

#### PV-Anlage Parkhaus Kurzentrum

- Installierte el. Leistung: 60.1 kWp
- 286 PV-Module à 210 Wp
- 11 x 1-phasige Wechselrichter
- Inbetriebnahme: 29.04.2010

**PV-Anlage L'Orsastrasse (privat)**

- Installierte el. Leistung: 9.4 kWp
- 1 x 3-phasige Wechselrichter
- Inbetriebnahme: 30.10.2010

**PV-Anlage Wohnbaugenossenschaft**

- Installierte el. Leistung: 31.5 kWp
- 150 PV-Module à 210 Wp
- 2 x 3-phasige Wechselrichter
- Inbetriebnahme: 21.12.2010

**PV-Anlage Hermann-Keller-Strasse  
(privat)**

- Installierte el. Leistung: 10.9 kWp
- 1 x 3-phasige Wechselrichter
- Inbetriebnahme: 01.05.2012



	Inst. Leistung	Produktion 2011	Vollaststunden
▪ Alters- und Pflegeheim	32.8 kWp	31'729 kWh	967 h
▪ Parkhaus Parkresort Rheinfelden	60.1 kWp	61'515 kWh	1'023 h
▪ Wohnbaugenossenschaft Zähringer	31.5 kWp	37'560 kWh	1'192 h
▪ Privat: L'Orsastrasse	9.4 kWp	9'504 kWh	1'011 h
▪ Privat: Hermann Keller Strasse	10.9 kWp	(2012)	-
<b>Total</b>	<b>144.7 kWp</b>	<b>140'308 kWh</b>	

Abbildung 24: Zusammenstellung der PV-Anlagen in VEiN

Die Gesamtleistung aller Photovoltaikanlagen im Projektperimeter, welche für die Zwecke von VEiN herangezogen werden können, beträgt zurzeit 144.7 kWp.

Es stehen zurzeit noch 2 Standorte in Abklärung, wovon der Standort des Pfarreigebäudes der röm. kath. Kirchengemeinde das grösste noch verbleibende Leistungspotential von 31 kWp aufweist.



## 3.5 Windanlagen

### 3.5.1 Übersicht über Windanlagen in VEiN

Für den Feldversuch stellt die Windenergie eine interessante Produktionsart dar. Das Auftreten von Wind, verbunden mit einer Energieproduktion, ist Tageszeit unabhängig und in der Stärke stark schwankend. Dies sind ideale Voraussetzungen, bezogen auf die zu beantwortenden Fragestellungen des Projektes VEiN.

Um den Aspekt „Wind“ im Projekt berücksichtigen zu können, ist der Einbau von insgesamt vier Windanlagen geplant. Es handelt sich dabei um sogenannte Kleinwindanlagen.

### 3.5.2 Windenergieanlage mit H-Rotor

Mitte Mai 2012 haben wir die Baubewilligung nach rund 10 Monaten von der Stadt Rheinfelden erhalten. Diese Zeit wurde benötigt um die Einsprachen zu behandeln und die Einigungsverhandlung zu führen. Nach dem Abwarten der Einsprachefrist konnte die Bestellung beim Hersteller und Lieferanten "envergate" angemeldet werden. Das Problem hierbei war, dass der Hersteller den im Baugesuch eingezeichneten Anlagentyp gar nicht mehr liefern konnte, weil bereits ein neuer Anlagentyp mit neu 3.6 kW Leistung und entsprechend grossem Rotor-Durchmesser entwickelt wurde. Um das ganze Baubewilligungsverfahren nicht noch einmal durchzuführen, wurde mit dem Hersteller abgemacht den neuen Anlagentyp mit "gestützten" Rotorblatt-Befestigungen zu bestellen. Somit konnte die Anlage im Sommer bestellt und im Herbst 2012 montiert werden (Abbildung 25).

Aufgrund der leicht höheren elektrischen Leistung 3.6 kW 1-phäsig anstatt 3.0 kW 1-phäsig wurde die Anlage beim Eidg. Starkstrominspektorat (ESTI) plangenehmigungspflichtig. Das bedeutet wiederum eine Inbetriebnahme-Verzögerung von ca. 6 Wochen.



#### Parameter

- Leistung	3.6 kW
- Durchmesser	2 m
- Länge	3 m
- Gesamthöhe	10 m
- Gewicht (ohne Mast)	250 kg
- Anschluss	230 VAC
- Windgeschwindigkeit <sub>min</sub>	2 m/s
- Windgeschwindigkeit <sub>opt</sub>	12 m/s

Abbildung 25: Montierte 3.6 kW Windturbine vom Typ ev312 von envergate

### 3.5.3 Windenergieanlagen Energy Balls

Für die anderen drei geplanten Windenergieanlagen, die kugelförmigen Windturbinen vom Typ Energy Ball V100 wurden im Herbst 2012 entsprechende Baugesuche bei der Stadt Rheinfelden eingereicht.

### 3.6 Kleinwasserkraftwerk

Das Versorgungsgebiet der TS Kreuzmatt wird in nordwestlicher Richtung vom Magdenbach begrenzt. Der Magdenbach könnte für die Installation eines Kleinwasserkraftwerkes im Rahmen von VEIN genutzt werden. Für das Projekt VEIN wäre eine dezentrale Energieproduktion durch Wasserkraft eine willkommene Ergänzung, würde dies doch eine weitere erneuerbare Energieproduktion abdecken.

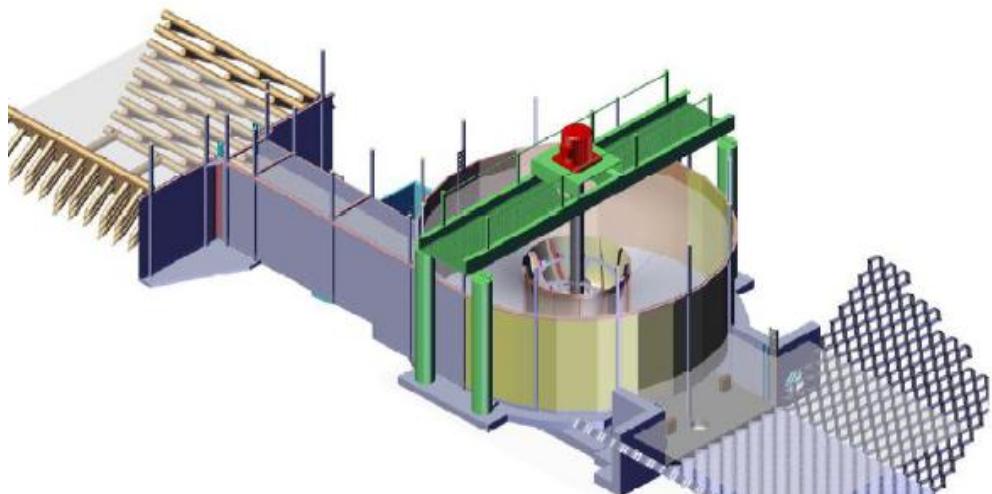


Abbildung 26: Modell eines Wasserwirbelkraftwerks von Vorteco AG

Die Realisierbarkeit am Magdenbach wurde im Jahr 2010 abgeklärt. Das Resultat ergab seinerzeit übers Jahr eine durchschnittliche elektrische Leistung von 3.5 kW, was einer jährlichen Produktion von ca. 30'000 kWh entspricht. Mittlerweile hat der Hersteller Vorteco AG das Anlagen-Konzept und die Effizienz verbessern können, so dass heute eine jährliche Produktion von 37'000 kWh zu erwarten wäre.

Eine wichtige Voraussetzung bei einer allfälligen Realisierung des Wasserwirbelkraftwerks ist die Sicherstellung des Betriebs und Unterhalts der Anlage über die Projektlaufzeit hinaus. Im Weiteren sind hierbei die wirtschaftlichen und bewilligungstechnischen Rahmenbedingungen schwierig. Es zeigt sich, dass die Gestehungskosten der Anlage zu hoch sind, um selbst mit KEV-Vergütungsansätzen einen kostendeckenden Betrieb über die Lebensdauer der Anlage zu gewährleisten. Es ist somit ein wesentlicher Investitionskostenbeitrag nötig, um selbst mit Einspeisevergütung durchzukommen.

### 3.7 Elektrische Energiespeicher

Die IWB hat im Frühjahr 2012 ein Pilotprojekt „Energiespeicher“ gestartet und ist bereit dem Projekt VEiN drei der im Rahmen ihres Pilotprojektes beschafften Energiespeicher zur Verfügung zu stellen. Diese drei elektrischen Energiespeicher weisen eine Leistung und ein Speichervermögen von einmal 50 kW / 25 kWh und zweimal je 9 kW / 10 kWh auf.

Zurzeit laufen die technischen Abklärungen bezüglich der Platzierung der Energiespeicher im NS-Netz VEiN und bezüglich der Regelstrategie. Ein möglicher Einsatzort des grossen Energiespeichers ist im Alters- und Pflegeheim entsprechend Abbildung 27. Die Installation und Inbetriebnahme der Energiespeicher ist im Januar und Februar 2013 vorgesehen.

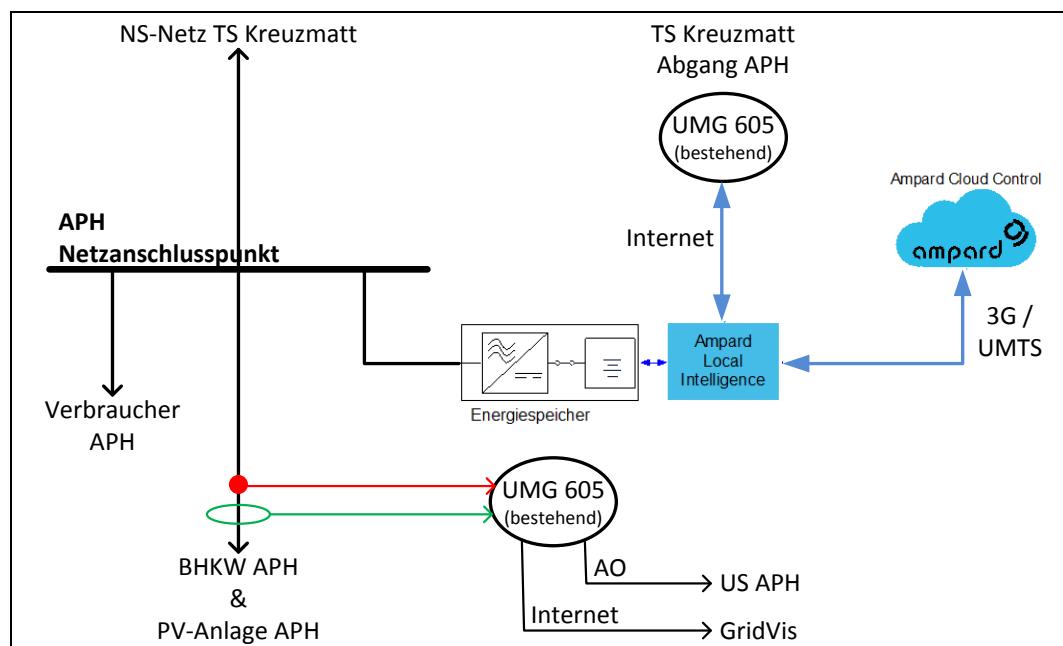


Abbildung 27: Mögliche Einbindung des Energiespeichers 50 kW / 25 kWh im Alters- und Pflegeheim



## 4 TEILPROJEKT KUNDEN

### 4.1 Zielsetzung Teilprojekt Kunden

Das Teilprojekt Kunden ist das Bindeglied zwischen den betroffenen Kunden und dem technischen Projekt VEiN. Das Schaffen einer positiven Grundhaltung der Abonnenten gegenüber dem Projekt VEiN, das Verbreiten von Informationen vor und während den einzelnen Projektphasen, das Sammeln und Auswerten von Feedback sowie die Akquisition von weiteren Anlagestandortmöglichkeiten gehören zu den Kernaufgaben des Teilprojektes.

### 4.2 Durchgeführte Aktivitäten 2012

Schwerpunktig wurden im Jahre 2012 die ersten Versuche im Testnetz durchgeführt.

Mit dem letzten Serienschreiben wurden die vom VEiN betroffenen Kunden gebeten, jede Beeinträchtigung oder Unregelmässigkeit der Energieversorgung umgehend zu melden.

Die Menge des Feedbacks reicht jedoch nicht aus, um einen Zusammenhang zu den einzelnen Versuchsreihen zu erkennen. Dies weist darauf hin, dass auch bei Auslotung der Grenzen der EN 50160 durch die Endverbraucher keine Beeinträchtigung der Versorgungsqualität empfunden wird.

Die Feedbacks erfolgen in der Regel telefonisch. Meist geht es um technische Belange interessierter Kunden. Die Häufigkeit der Anrufe steigt mit dem versenden der Informations schreiben und flacht danach ab.

### 4.3 Weitere und geplante Aktivitäten

#### 4.3.1 Periodische Information über Aktivitäten und Projektstand

Die Kunden am NS-Netz Kreuzmatt werden periodisch in schriftlicher Form über den aktuellen Stand und über die weiteren Aktivitäten des Projektes VEiN informiert.

#### 4.3.2 Auswertung des Feedbacks der Kunden

Die Störungsmeldungen und Beschwerden der Endverbraucher des NS-Netzes Kreuzmatt, die bei der AEW Energie AG eingehen, werden für das Projekt VEiN erfasst. Am Ende jeder Projektphase wird eine Umfrage betreffend der Zufriedenheit mit der Stromversorgung im NS-Netz Kreuzmatt durchgeführt.

#### 4.3.3 Vorinformation bei speziellen Versuchen

Speziell in der Projektphase P3 "Extremis", d.h. wenn Inselbetrieb gefahren werden soll, werden die Endverbraucher über bevorstehende Versuche informiert. Grossverbraucher, wie die Migros und das Altersheim werden bei eventuellen Sicherheitsvorkehrungen unterstützt.



#### 4.3.4 Information bei Störungen

Im Falle einer Störung aufgrund Projektaktivitäten werden die betroffenen Endverbraucher umgehend informiert. Die Information erfolgt in schriftlicher Form, bei Grossverbrauchern per Mail oder telefonisch. Die Akzeptanz gegenüber dem Projekt VEIN soll aufgrund unvorhergesehener Ereignisse nicht sinken.

#### 4.3.5 Präsentationen Projekt VEIN und Führungen

Auf Anfrage werden Präsentationen des Projektes sowie Führungen durchgeführt.

### 4.4 Projektabschluss

Nach Projektabschluss werden alle beteiligten Endverbraucher schriftlich über den Verlauf des Projektes sowie über die ersten Erkenntnisse daraus informiert.



## 5 TEILPROJEKT KOMMUNIKATION

Über das Projekt VEIN wurde auch in diesem Jahr berichtet. Nachfolgend ein Überblick über die erschienenen Beiträge:

- 31.12.11 VEIN Newsletter Nr.2
- 16.02.12 Referat Peter Bühler an der Bilanzmedienkonferenz der AEW Energie AG
- 30.06.12 VEIN Newsletter Nr.3

**VEIN Newsletter**  
VEIN – Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze

Ausgabe 2  
Dezember 2011

Ausgabe 3  
Juni 2012

**Verfasser: Peter Mauchle**

**M**it dem Leistungssystem des Projekts VEN in Rheinfelden wird die zurzeit installierten zwei Blockheizkraftwerke (BHKW) und die vier Photovoltaik-Anlagen (PV) überwacht und gesteuert. Zudem werden mit dem Leistungssystem auch die Spannungen und Stroms in Niederspannungsnetzen in dem sich die BHKW und PV-Anlagen befinden überwacht, um ständige hohe Netzhaltbarkeiten zu erhalten und mittels Betriebsvorgaben für die DEA darauf reagieren zu können.

**Aufbau des Leistungssystems**

Das Leistungssystem (Ressourcen der Firma Kreutz AG ist in zwei Ebenen unterteilt, in die Prozessebene und die Leistesebene. Die Prozessebene umfasst die Unteraufgaben des Leistungssystems:

**Leistungssystem Unteraufgabe KK Robertsherrstrasse**

Diese sind unmittelbar bei den DEA oder im NS-Netz, d.h. beim Prozess der Produktion und der Stromverteilung, plaziert. Die

**Verfasser: Peter Mauchle**

**M**it dem im NS-Netz des Projekts VEN in Rheinfelden installierte PQ-System wird die Netzqualität in der Transformatoren, in den zwei Blockheizkraftwerken (BHKW), bei drei Photovoltaik-Anlagen (PV) und bei den Kabelkabinen (KK) überwacht. Die Messwerte zur Netzqualität werden zentral gesammelt und stehen für die aktuelle Überwachung und spätere detaillierte Analysen zur Verfügung.

**Aufbau des PQ-Systems**

Das PQ-System wurde durch die Firma Optic AG erstellt. Bei den ausgewählten Messpunkten werden die PQ-Messgeräte UMG 605 von Janus eingesetzt. Die zentrale Visualisierung und Auswertung der Messdaten erfolgt mit der Software GridVis. Auf der Prozessebene werden die Phasenspannungen und die Nullspannungen, sowie die Wirk- und Blindleistungen berechnet und ausgewertet.

**UMG 605 mit Peripherie in KK Robertsherrstrasse**

605 visualisiert werden. Die gemessenen Spannungsmerkmale und Stroms, die Qualitätsmerkmale ermitteln. Die jeweils aktuellen Werte können bereits vorher auf dem kleinen Display des UMG 605 abgelesen werden.

**Umgebung der PQ-Messgeräte in NS-Netz der TS Kreuzmatt**

Die vom UMG 605 gemessenen Spannungen, Stroms und Lastenwerten werden jeweils zu den am unteren Ort installierten Unteraufgaben des VEN-Leistungssystems übertragen. Die Werte stehen seither dem Leistungssystem für die Weiterverarbeitung zur Verfügung. Zudem werden auch Meldezeiten zu Über- und Unterspannungs sowie Grenzwertüberschreitungen der Spannungen und Stromstärkerungen (THDs, THD) an die Unteraufgaben des VEN-Leistungssystems übertragen.

Die PQ-Messgeräte sind an unterschiedlichen Orten im NS-Netz platziert. In der TS Kreuzmatt und schliesslich Gersbach im Gemeindebereich werden dabei die Empfangsstationen der beiden Transformatoren und vier Abgänge. Beim Standort Alters- und Pflegeheim steht ein gemeinsames PQ-Messgerät für das BHKW und die PV-Anlage installiert. Bei den weiteren dezentralen

Die erschienenen Artikel sind auch unter [www.ven-grid.ch](http://www.ven-grid.ch) einsehbar.



An folgenden Anlässen wurden Präsentationen über das Projekt VEiN gehalten:

- 28.11.11 Bilanzmedienkonferenz der AEW Energie AG:  
**Projekt VEiN, eine kleine operative Geschichte;**  
Peter Bühler
- 14.05.12 PSI Energietagung:  
**Pilotnetz VEiN in Rheinfelden – Dezentrale Energieerzeugung auf dem Prüfstand;**  
René Soland
- 22.05.12 ETH Kolloquium Zürich:  
**Pilotnetz VEiN in Rheinfelden – Dezentrale Energieerzeugung auf dem Prüfstand;**  
René Soland
- 18.09.12 VSE Fachtagung "Dezentrale Einspeisung":  
**Pilotnetz VEiN in Rheinfelden – Dezentrale Energieerzeugung auf dem Prüfstand;**  
René Soland
- 20.09.12 VKE Kanton Zürich Mitgliederversammlung "Sausertagung":  
**Der Einfluss von dezentralen Energieerzeugungsanlagen Verteilnetz - Pilotnetz VEiN "Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze";**  
René Soland
- 20.09.12 AES Journées romandes des directeurs et cadres; Crans-Montana:  
**Réseau pilote "VEiN" – Essais sur le terrain pour la production d'energie décentralisée;**  
Patrick Joye
- 27.09.12 VSE Betriebsleitertagung Brunnen:  
**Dezentrale Energieerzeugung und Netzprobleme – Pilotnetz VEiN "Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze";**  
René Soland





- 16.10.12 Energie-Apéro Aargau; Baden:  
**Pilotnetz VEiN in Rheinfelden –**  
**Dezentrale Energieerzeugung im Feldversuch;**  
Louis Lutz
- 18.10.12 Energie-Apéro Aargau; Lenzburg:  
**Pilotnetz VEiN in Rheinfelden –**  
**Dezentrale Energieerzeugung im Feldversuch;**  
René Soland
- 23.10.12 Energie-Apéro Aargau; Aarau:  
**Pilotnetz VEiN in Rheinfelden –**  
**Dezentrale Energieerzeugung im Feldversuch;**  
René Soland
- 25.10.12 AES Giornata dei direttori e dei quadri delle aziende elettriche  
della Svizzera italiana:  
**Dezentrale Energieerzeugung und Netzprobleme –**  
**Pilotnetz VEiN "Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze";**  
Louis Lutz
- 30.10.12 VSE Smartgrid-Day; Trafo Baden:  
**Pilotnetz VEiN - Erste Erfahrungen aus einem Feldversuch;**  
René Soland



## 6 TEILPROJEKT WISSENSCHAFTLICHE BEGLEITUNG

Im Jahre 2012 ergaben sich mit der ETH Zürich zwei Kontakte im Rahmen von Projekten, mit denen ein Bezug zu VEiN hergestellt werden kann.

Mit der Gruppe SusTec der ETH Zürich (Group for Sustainability and Technology) wurde eine Sitzung durchgeführt. Dabei erläuterte ein Master Student die Idee der Demand Response, d.h. die auf die Eigenerzeugung abgestimmte Laststeuerung. Die Erkenntnisse aus dieser Studie können auch für die Bewirtschaftung von elektrischen Energiespeichern verwendet werden.

Ein weiterer Kontakt konnte zu ETH Zürich eeh power systems laboratory hergestellt werden. Dabei wurde von Seite ETH das Projekt Peak-Shaving vorgestellt. VEiN kann dieses Projekt der ETH Zürich mit der Lieferung von Daten unterstützen. So wurden diesem Projekt von VEiN die im Leitsystem gespeicherten Daten vom 1.10.2011 bis 31.07.2012 sowie die Netzdaten des NS-Netzes der TS Kreuzmatt als Neplan-File zur Verfügung gestellt.

Die Berner Fachhochschule BFH in Biel führte Analysen zum Blindleistungsverhalten von PV-Anlagen durch und leistete somit einen Beitrag zur besseren Verständnis von entsprechenden Messdaten und dem Verhalten der Wechselrichter von PV-Anlagen.

Mit der Fachhochschule HES-SO Wallis steht VEiN zurzeit im Kontakt für die Realisierung der weiteren Einspeisungen ab Frequenzumformern.

## 7 AUSBLICK 2013

Die Organisation des Projektes VEiN war bisher stark auf den Aufbau der Infrastruktur und die Installation der Anlagen ausgerichtet. In den folgenden Jahren wird diese Infrastruktur genutzt werden und es werden nur noch wenige Anlagen zusätzlich installiert. Der Betrieb der Anlagen, die Durchführung von weiteren Tests sowie die Auswertung der erfassten Messresultate und die Resultatfindung werden zukünftig die wesentlichen Aktivitäten von VEiN bilden. Entsprechend dieser Verlagerung der Aktivitäten wird das Teilprojekt Netz verkleinert und neu ein TP Resultate gebildet. Die Aufgaben des TP Resultate werden sein, die vertiefte Auswertung der Messresultate durchzuführen, weitere Test zu planen und den Gesamtbericht zu VEiN mit den Schlussfolgerungen und den Empfehlungen für die Verteilnetzbetreiber zu verfassen.

Im Jahre 2013 werden eine weitere PV-Anlage, zwei Mini-BHKW und die drei Wind-Balls installiert werden. Die Möglichkeit für den Einsatz des Wasserwirbelkraftwerkes am Magdenbach wird vorangetrieben. Während einzelnen Versuchen werden Notstromaggregate über Frequenzumformer auf das NS-Netz aufgeschaltet. Als neue Netzelemente im Projekt VEiN werden auch elektrische Energiespeicher installiert.

Die Messdaten der im Jahre 2012 durchgeführten Tests werden im nächsten Jahr vertieft analysiert. Basierend auf den daraus gewonnenen Erkenntnissen werden weitere Tests definiert, durchgeführt und ausgewertet. Gegen Ende des Jahres 2013 werden die Struktur des Schlussberichtes festgelegt und erste Erkenntnisse aus VEiN darin niedergeschrieben.



## 8 DOKUMENTENVERZEICHNIS

- [1] Dr. G. Schnyder, P. Mauchle, Prof. M. Höckel, P. Lüchinger, Dr. O. Fritz, Ch. Häderli, E. Jaggy: **Zunahme der dezentralen Erzeugungsanlagen in elektrischen Verteilnetzen**, Schlussbericht BFE Forschungsprogramm Elektrizität, 2003
- [2] Dr. G. Schnyder: **Dezentrale Erzeugungsanlagen in Niederspannungsnetzen (Machbarkeitsstudie)** Schlussbericht BFE Forschungsprogramm Elektrizität, Mai 2005
- [3] G. Schnyder: **Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetzen „VEiN“** Unterlagen für die Finanzakquisition zur Projektphase, Projektdokument, Dezember 2007
- [4] P. Mauchle: **VEiN – Forschungsprojekt zur Klärung der Auswirkungen von dezentralen Energieerzeugungsanlagen auf die elektrischen Verteilnetze** Konkretisierung des Vorgehens zur Resultaterreichung, Projektdokument, Oktober 2008
- [5] P. Bühler, Dr. G. Schnyder: **Vorprojekt VEiN – Verteilte Einspeisungen in Niederspannungsnetze**, Schlussbericht BFE Forschungsprogramm Elektrizität, Dezember 2008
- [6] Dr. G. Schnyder: **Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze „VEiN“** Pilotprojekt, Jahresbericht BFE Forschungsprogramm Elektrizität, Dezember 2009
- [7] R. Caldelari: **VEiN – Literaturrecherche zu Projekten mit dezentralen Einspeisungen** Projektdokument, Oktober 2010