



VEiN Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze

Verteilte Einspeisungen in Niederspannungsnetze



Projektstand per Ende 2010

Finanzierung:

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

Auftragnehmer

Konsortium VEiN
c/o thv AG
Kaiserstrasse 8
4310 Rheinfelden
www.vein-netz.ch

Autoren:

Dr. Gilbert Schnyder, Schnyder Ingenieure AG, gilbert.schnyder@sing.ch
Peter Mauchle, Schnyder Ingenieure AG, peter.mauchle@sing.ch
Werner Seywald, Industrielle Werke Basel, werner.seywald@iwb.ch
Martin Jaisli, Schnyder Ingenieure AG, martin.jaisli@sing.ch
Louis Lutz, AEW Energie AG, louis.lutz@aew.ch
Stephan Bühlmann, AEW Energie AG, stephan.buehlmann@aew.ch
Dr. Michael Moser, Bundesamt für Energie, michael.moser@bfe.admin.ch



INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	4
2	Projektorganisation	5
3	Niederspannungsnetz	6
4	Anlagen	7
4.1	Anlagen- und Objektübersicht	7
4.2	Blockheizkraftwerke (BHKW)	8
4.3	Photovoltaik	9
4.4	Windanlagen	11
4.5	Kleinwasserkraft	13
4.6	Zusätzliche temporäre Einspeisungen	14
5	Projektphasen	14
6	Dokumentenverzeichnis	16



1 EINLEITUNG

Aufgrund der im Bereich der dezentralen Energieerzeugungsanlagen aktuellen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten einerseits und der staatlichen Förderaktivitäten andererseits ist davon auszugehen, dass zukünftig vermehrt Energiequellen wie Sonne, Wind, Biomasse und Wasser zur dezentralen Erzeugung elektrischer Energie genutzt sowie in einer Umgebung mit Wärmebezug dezentrale Brennstoffzellen und Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen zur Anwendung gelangen könnten.

Diese vermehrt dezentral eingesetzten Erzeugungseinheiten (DEA) können den Ausbau und den Betrieb der Verteilnetze auf den verschiedenen Spannungsebenen der Verteilnetze nachhaltig beeinflussen. Die Verteilnetzbetreiber sind durch die Zunahme der DEA im Kerngeschäft betroffen. Zudem sind auch die Auswirkungen durch die vermehrte Einspeisung der DEA auf die Endverbraucher zu beschränken, die Versorgungsqualität bei den Endverbrauchern darf nicht beeinträchtigt werden.

Der Einsatz von einzelnen dezentralen Energieerzeugungseinheiten in den überregionalen Mittelspannungsverteilnetzen ist mannigfaltig erprobt und im praktischen Netzbetrieb bekannt. Hingegen ist die Kenntnis über das Zusammenwirken einer Vielzahl von kleineren Einheiten in Niederspannungsnetzen noch nicht vorhanden. Im Projekt VEiN (Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetzen) wird diese für die Verteilnetzbetreiber zukünftig erforderliche Kenntnis in einem Feldversuch erarbeitet.

Das Projekt VEiN wird durch mehrere Verteilnetzbetreiber der Schweiz und dem Bundesamt für Energie getragen. Das Projekt ist in die operativen Teilprojekte Netze, Anlagen, Kunden, Kommunikation und Wissenschaftliche Begleitung unterteilt.



2 PROJEKTORGANISATION

Das Projekt VEiN Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze wird durch mehrere Verteilnetzbetreiber 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 Projektträger 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.

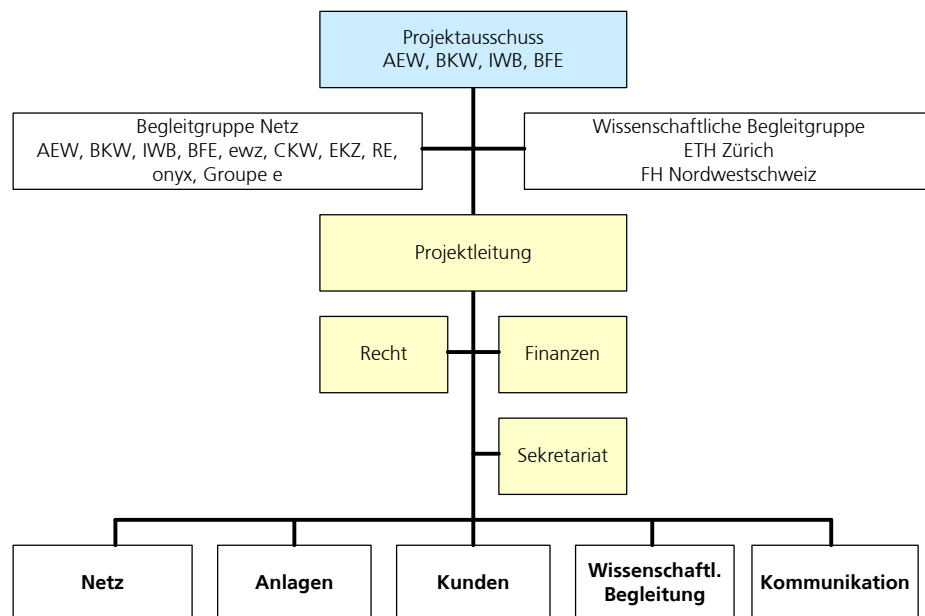


Abbildung 1: Organigramm des Projektes VEiN



3 NIEDERSPANNUNGSNETZ

Aus mehreren evaluierten Niederspannungsnetzen wurde für das Projekt VEiN das NS-Netz TS Kreuzmatt der AEW Energie AG in Rheinfelden ausgewählt. Über dieses Niederspannungsverteilnetz werden ungefähr 140 Endverbraucher mit jährlich 5.4 GWh elektrischer Energie versorgt. Das NS-Netz kann ab der TS Kreuzmatt über einen oder zwei 630 kVA Transformatoren gespeist werden.

Das für VEiN zur Verfügung stehende NS-Netz TS Kreuzmatt ist sternförmig aufgebaut (Abbildung 2). Die einzelnen Stränge des NS-Netzes sind in der TS Kreuzmatt auf zwei Sammelschienen aufgeteilt, die im Normalbetrieb je ab einem 630 kVA Transformator gespeist werden. Für den Feldversuch können diese beiden Sammelschienen parallel geschaltet werden, zudem kann die Versorgung ab lediglich einem der beiden 630 kVA Transformatoren erfolgen, soweit dies möglich ist, ohne die Versorgung der Endverbraucher zu gefährden.



Abbildung 2: NS-Netz, Maximale Erweiterung für VEiN



4 ANLAGEN

4.1 Anlagen- und Objektübersicht

Der aktuelle Stand der Anlagen für VEiN ist aus Tabelle 1 ersichtlich. Die jeweiligen Standorte sind im Übersichtsplan (Abbildung 3) eingetragen.

Nr.	Anlagen-Kategorie	Objekt	Leistung	Energie	IBS	Status
			kW _{el}	kWh _{el} /a		
P1	Photovoltaik	Alters und Pflegeheim	31	27'900	22.04.2010	fertig
P2	Photovoltaik	Parkhaus Kurzentrum	60	54'000	29.04.2010	fertig
P3	Photovoltaik	Röm. Kath. Kirche	25	22'500	31.03.2011	Abklärung
P4	Photovoltaik	Bezirksgericht	11	9'900	-	zurückgestellt
P5	Photovoltaik	Baugenossenschaft Zähringer	29	26'100	KW 41, 2010	im Bau
P6	Photovoltaik	EFH, Gartenweg 12				canceled
P7	Photovoltaik	EFH, L'Orsa-Strasse 19	10	8'640		im Bau
P8	Photovoltaik (Panatron-Ziegel)	EFH, Gartenweg 50				canceled
P9	Photovoltaik	MFH, Zürcherstrasse 1	ca. 5			canceln
P10	Photovoltaik	EFH, Roberstenstrasse 50a	ca. 4			canceln
P11	Photovoltaik	MFH, Lindenstrasse 32	ca. 4			canceln
P12	Photovoltaik	evang. Ref. Kirche				canceled
W1	Leichtwind-Anlage	EFH, Jakob-Strasser-Weg 1	3	3'000		in Planung
W2	Kleinst-Leichtwind-Anlagen	3 Standorte auf Kandelaber	je 0.4	400		Abklärung
B1	Erdgas-BHKW	Alters- und Pflegeheim	48	307'200	KW 42, 2010	im Bau
B2	Erdgas-BHKW	Schulhaus Robersten	90	135'000	KW 42, 2011	im Bau
B3	Erdgas-BHKW	MFH (7 Parteien)				canceled
B4	Erdgas-BHKW	Genossenschaft Lindenpark				canceled
KWK	WWKW	Stadt Rheinfelden	ca. 8	32'000		Abklärung

Stand: 26.10.2010

gesichert

wahrscheinlich

Tabelle 1: Zusammenstellung der für VEiN evaluierten Anlagen

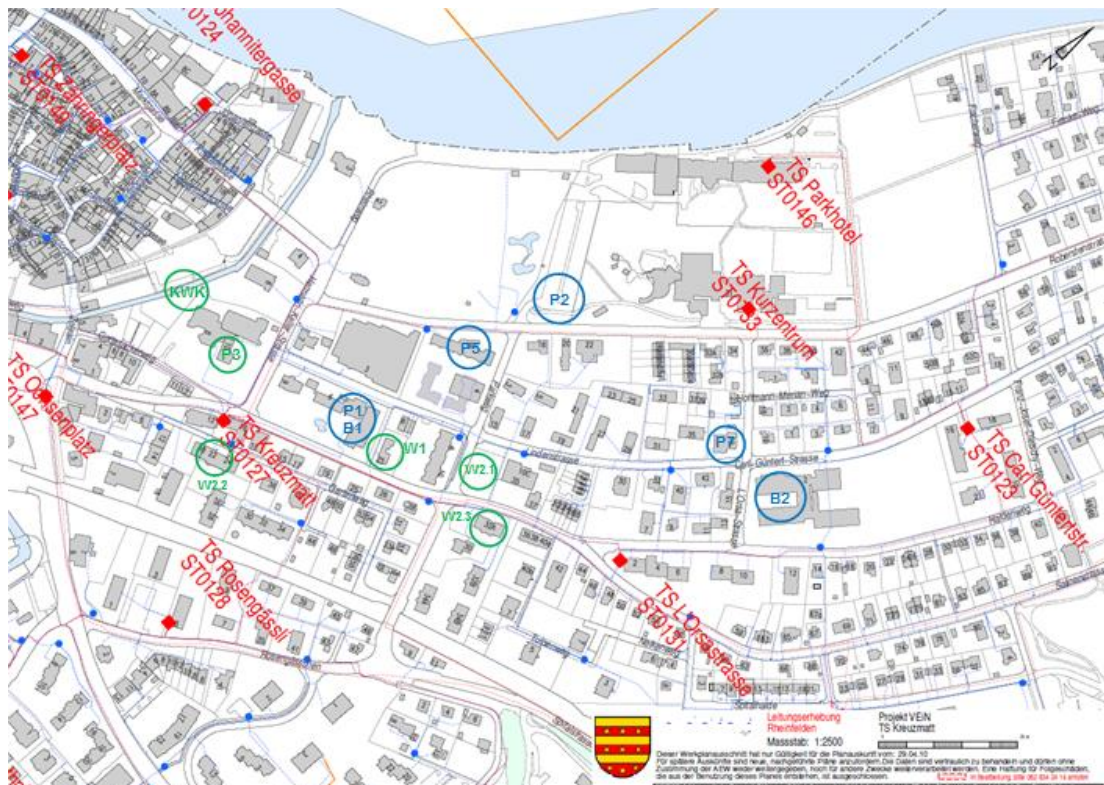


Abbildung 3: VEiN Übersichtsplan mit Anlagenstandorte



4.2 Blockheizkraftwerke (BHKW)

Ein Blockheizkraftwerk (BHKW) ist eine modular aufgebaute Anlage zur Gewinnung von elektrischer Energie und Wärme. Grundlage eines jeden BHKW ist das Prinzip der Wärme-Kraft-Kopplung. Ein Verbrennungsmotor (Diesel- oder Gasmotor; Gasturbine) treibt einen Generator an, der Strom erzeugt (Kraft). Die dabei entstehende Abwärme wird zur Wärmeerzeugung genutzt (Wärme).

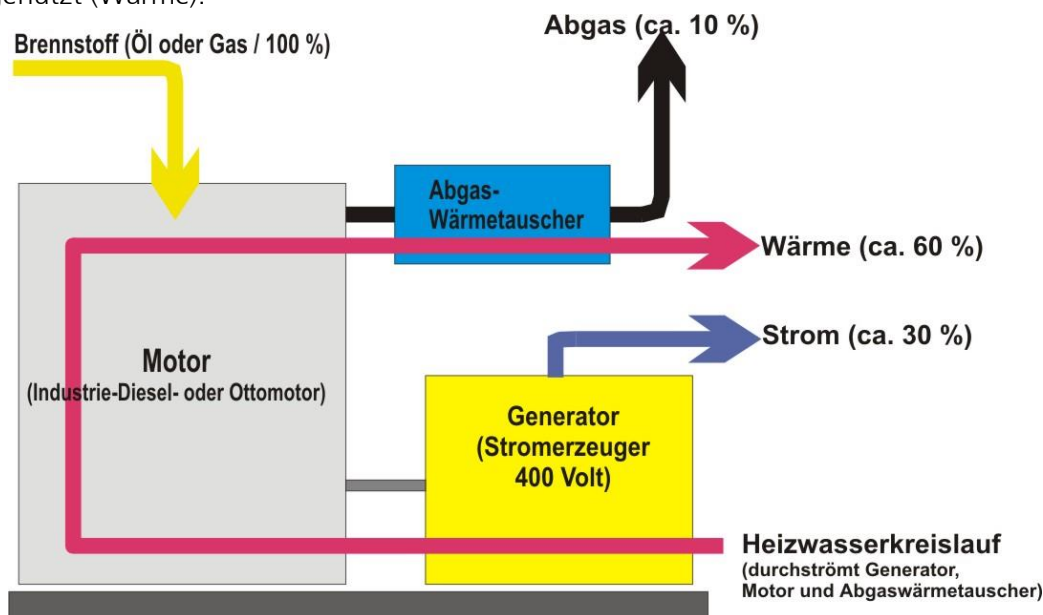


Abbildung 4: Prinzipielle Energieflüsse eines BHKW

Der Aufstellungsort befindet sich vorzugsweise in unmittelbarer Nähe des Wärmeverbrauchs.

Der Betrieb des BHKW richtet sich in der Regel nach dem Wärmebedarf, man spricht von einem wärmegeführten Betrieb. Falls die Möglichkeit besteht die Wärme in einen Wärmeverbund einzuspeisen, kann das BHKW auch stromgeführt betrieben werden, d.h. die Anlage wird zur Hauptsache für die Erzeugung elektrischer Energie eingesetzt.

Im Projekt VEiN sind aktuell zwei BHKW's installiert. Das BHKW im Alters- und Pflegeheim dient der Wärmeerzeugung und produziert entsprechend dem Wärmebedarf der Liegenschaft elektrische Energie. Die Betriebszeiten betragen je nach Wärmebedarf zwischen 4000 bis 4500 Stunden pro Jahr. Das zweite BHKW befindet sich in der Schulanlage Robersten. Es ist eine Occasionsanlage installiert worden, da diese Anlage nur für die Dauer des Projektes betrieben wird. Die Heizzentrale der Schulanlage Robersten ist an das lokale Fernwärmenetz angeschlossen. Entsprechend wird das BHKW im Rahmen des Projektes stromgeführt betrieben. Aus Sicht des Projektes, d.h. für die dezentrale Einspeisung von elektrischer Energie ins Verteilnetz, entspricht dies dem Idealfall.

Die BHKW-Aggregate und die zugehörige Peripherie konnten an beiden Standorten in die bestehenden Räumlichkeiten der Heiztechnik installiert werden. Beim Alters- und Pflegeheim wurde die autonome Erdölf Feuerung entfernt und anstelle der Feuerung und des Öltanks wurden das BHKW sowie ein Gasheizkessel, als Wärmeredundanz, eingesetzt. Die elektrische Leistung des BHKWs beträgt 55 kW. Beim Schulhaus Robersten erfolgt die Wärmeversorgung ganzheitlich über den Wärmeverbund. Das BHKW konnte im Heizkeller installiert werden und speist die Wärme direkt in den Wärmeverbund ein. Die elektrische Leistung des BHKW's be-



trägt 120 kW. Nach dem Abschluss des Projektes VEiN soll für das in der Schulanlage Robersten installierte BHKW ein anderer Einsatzort gefunden werden.

4.2.1 Anbindung an die TS Kreuzmatt

Die beiden BHKW's 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.

4.2.2 Mini-BHKW

Die Möglichkeiten für den Einbau von Mini-Blockheizkraftwerken, die insbesondere im Bereich der Einfamilienhäuser zum Einsatz kommen, werden abgeklärt. Diesbezüglich werden Rundschreiben an die Einfamilienhausbesitzer versendet.

4.3 Photovoltaik

Unter Fotovoltaik versteht man die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie mittels Solarzellen. Seit 1958 ist sie zur Energieversorgung der meisten Raumflugkörper im Einsatz. Inzwischen wird sie auch auf der Erde zur Stromerzeugung eingesetzt und findet Anwendung auf Dachflächen, bei Parkscheinautomaten, in Taschenrechnern, an Schallschutzwänden und auf Freiflächen.

Im Projekt VEiN geht es primär um Anlagen auf Dachflächen. Auf zwei Gebäuden, alle mit einem Flachdach, konnten bisher Anlagen mit einer Gesamtfläche von 1790 m² realisiert werden.

Alle diese Anlagen wurden von der AEW Energie AG im Rahmen ihres Contractingprogrammes erstellt. Mit den Liegenschaftsbesitzern wurden Dachnutzungsverträge, die eine einmalige Standortentschädigung enthalten, abgeschlossen. Eine kleinere Anlage mit 80 m² wird als integrierte Lösung von einem privaten Liegenschaftsbesitzer in ein Schrägdach eingebaut. Aus dem Projekt VEiN wird die Anlage mit einem Kostenbeitrag unterstützt, befindet sich aber ausschliesslich im Eigentum und der Verantwortung des Liegenschaftsbesitzers. Im Gegenzug erhält VEiN während der Projektdauer das Recht die Messdaten aus der Produktionsmessung (Smartmeter) zu verwenden, sowie die Möglichkeit, nach Abstimmung mit dem Eigentümer, die Anlage ferngesteuert aus- und einzuschalten.

Für eine weitere Anlage an der Roberstenstrasse 10 mit 500 m² auf einem Flachdach laufen die Abklärungen mit den beteiligten Partnern. Die Gesamtleistung aller Photovoltaikanlagen beträgt zurzeit 99 kW_{peak}.

Die auf den Flachdächern installierten Photovoltaikanlagen werden aufgeständert ausgeführt. Die Ausrichtung der Paneele erfolgt, der besseren Dachausnutzung wegen, parallel zum Grundriss. Umliegende Bäume bewirken beim Alters- und Pflegeheim sowie beim Parkhaus Kurzentrum Teilverschattungen in den äusseren Bereichen. Der Winkel der Aufständering beträgt generell 20°.



Die Ausrichtung nach Süden beträgt beim:

- Alters- und Pflegeheim : -26° Ost
- Parkhaus Kurzentrum : -48° Ost
- Roberstenstrasse 10 : -28° Ost

Die Anlagen können alle im ordentlichen Baubewilligungsverfahren realisiert werden.



Abbildung 5: Photovoltaik-Anlage Alters- und Pflegeheim Rheinfelden, 31 KWp, Inbetriebnahme Mai 2010



Abbildung 6: Photovoltaik-Anlage Parkhaus Kurzentrum, 60 KWp, Inbetriebnahme Mai 2010



4.4 Windanlagen

Topographisch liegt Rheinfelden bezüglich Windverhältnissen für die Produktion dezentraler Energie nicht optimal, wie aus Abbildung 7 ersichtlich ist.

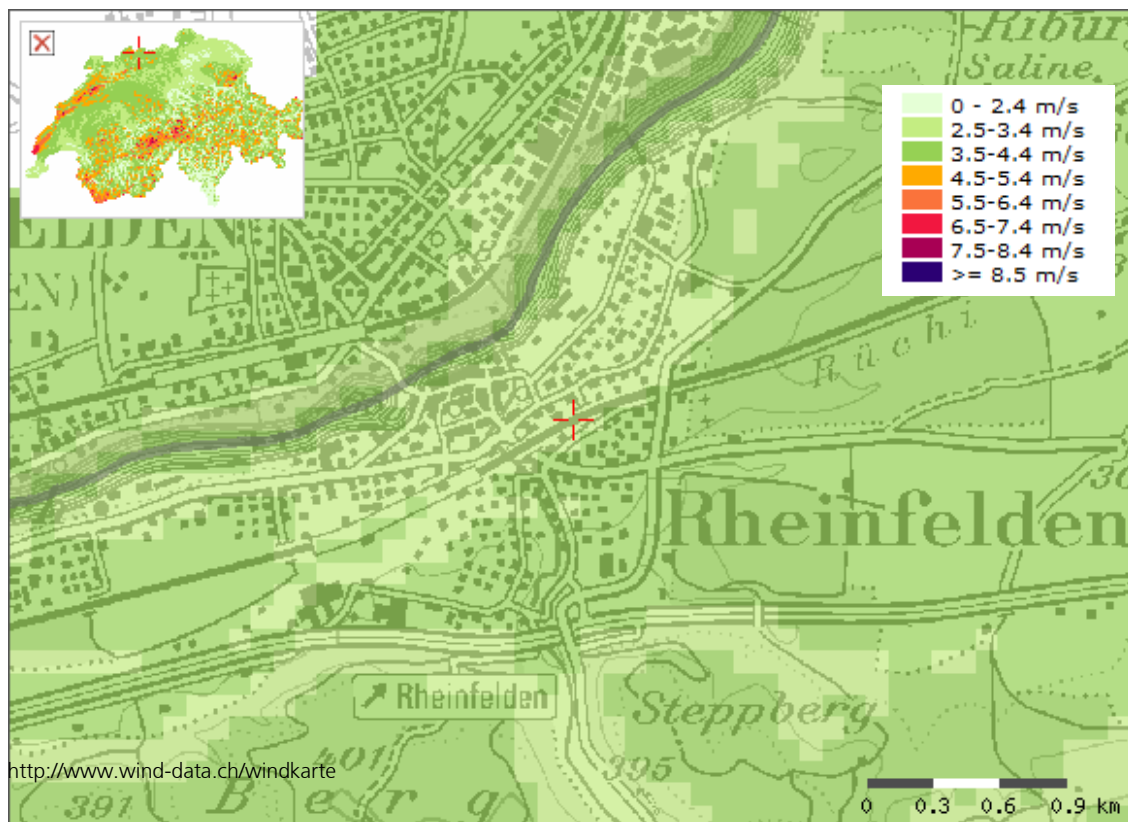


Abbildung 7: Ausschnitt aus der Windenergie-Karte der Schweiz

Für den Feldversuch stellt die Windenergie aber 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.



4.4.1 Anlagentypen

Zum Einsatz gelangen sollen drei kugelförmige Windturbinen vom Typ Energy® Ball V100. Dieses Produkt kann „ab Stange“ von jedermann gekauft werden und über das mitgelieferte Anschlusskabel direkt an einer Steckdose angeschlossen werden.



Abbildung 8: Energy Ball V100

Parameter

- Leistung	0.5 kW
- Durchmesser	1.1 m
- Länge	1.9 m
- Gewicht (ohne Mast)	30 kg
- Anschluss	230 VAC
- Windgeschwindigkeit _{min}	2 m/s
- Windgeschwindigkeit _{opt}	14 m/s

Die vierte Anlage ist eine Windturbine mit einem H-Rotor. Bei dieser Turbine stehen drei aerodynamisch optimal geformte, sehr leichte Flügel aufrecht und drehen um eine vertikale Achse.

Vorteile dieser Anordnung sind unter anderem das selbständige Anlaufverhalten schon bei sehr niedrigen Windgeschwindigkeiten und geringe Lärmemissionen, da der Wind mit konstanter Geschwindigkeit über die ganze Flügelspannweite strömt.



Parameter

- Leistung	3 kW
- Durchmesser	2 m
- Länge	3 m
- Gewicht (ohne Mast)	250 kg
- Anschluss	230 VAC
- Windgeschwindigkeit _{min}	2 m/s
- Windgeschwindigkeit _{opt}	12 m/s

Abbildung 9: Fotomontage einer 3kW Windturbine vom Typ ev300



4.4.2 Rahmenbedingungen

Für alle Windanlagen muss eine ordentliche Baubewilligung erteilt werden. Das Baubewilligungsverfahren wird durch einen Architekten begleitet und wird in Angriff genommen sobald seitens der Grundeigentümer alle Standortzusicherung erteilt wurden, um die Windkraftanlagen gesamthaft bei der Behörde einreichen zu können.

4.5 Kleinwasserkraft

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. Der Kanton erteilt in der Regel für sogenannte Pico-Kraftwerke keine Konzessionen, um die ohnehin schon stark genutzten Aargauer Gewässer zu schützen. Eine Begründung ist auch, dass Pico-Kraftwerke keinen Beitrag an die Stromversorgung leisten, der von öffentlichem Interesse ist und dass sie zudem ökologische Nachteile nach sich ziehen.

Für das Projekt VEiN wäre aber eine dezentrale Energieproduktion durch Wasserkraft eine willkommene Ergänzung, würde dies doch eine weitere erneuerbare Energieproduktion abdecken.

Um die ökologischen Nachteile eines herkömmlichen Wasserkraftwerkes zu reduzieren wurde nach neuartigen Kleinwasserkraftwerken Ausschau gehalten. Dabei sind wir auf das Wasserwirbelkraftwerk gestossen. Seine Technik ist nicht mit einem herkömmlichen Kleinwasserkraftwerk zu vergleichen. Sie beruht auf einem Becken mit einem zentralen Abfluss. Darüber bildet sich ein Wasserwirbel, der mit Hilfe der Schwerkraft bzw. der Höhendifferenz einen langsam drehenden Rotor bewegt. Dieser treibt den Generator an, der den Strom produziert und ins Netz einspeist. Die innovative Technologie eines Wasserwirbelkraftwerks stellt für Fische keine Gefahr dar. Sie können das Kleinkraftwerk sowohl stromaufwärts als auch stromabwärts gefahrlos passieren. Ausserdem findet eine Belüftung des Wassers statt, womit die Selbstreinigung des Wassers durch Mikroorganismen gefördert wird. Ein Wasserwirbelkraftwerk weist somit keine ökologischen Nachteile auf.



Abbildung 10: Wasserwirbelkraftwerk in Obergrafendorf (A)



Um die Realisierbarkeit am Magdenbach abzuklären wurde eine Studie in Auftrag gegeben. Die Studie zeigt, dass übers Jahr mit einer durchschnittlichen elektrischen Leistung von 3.5 kW gerechnet werden kann, was einer jährlichen Produktion von ca. 30'000 kWh entspricht. Unter den speziellen Umständen des Projektes VEiN, die bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer dezentralen Energieerzeugungsanlage im Versorgungsgebiet der TS Kreuzmatt gelten, d.h. dass aus der Sicht des Projektes VEiN die Wirtschaftlichkeit einer Anlage von untergeordneter Bedeutung ist, soll das Projekt Wasserwirbelkraftwerk weiter verfolgt werden.

Eine wichtige Voraussetzung bei einer allfälligen Realisierung des Wasserwirbelkraftwerks ist die Sicherstellung des Betriebs und Unterhalts der Anlage über die Projektlaufzeit hinaus. Hierzu müssen verschiedene Varianten geprüft werden. In Betracht kommen dabei allenfalls Lösungen mit der Stadt Rheinfelden, der AEW Energie AG als lokales Energieversorgungsunternehmen oder der Genossenschaft „Wasserwirbelkraftwerke Schweiz“.

4.6 Zusätzliche temporäre Einspeisungen

Für einzelne Versuche im Rahmen des Projektes VEiN werden zusätzlich zu den im Versuchnetz installierten DEA weitere Einspeisungen erforderlich sein. Dafür werden Notstromaggregate eingesetzt, die temporär über Kabelkabinen ins NS-Netz einspeisen werden.

5 PROJEKTPHASEN

Das Projekt VEiN wird gemäss Abbildung 11 in mehrere Phasen mit unterschiedlichen Anforderungen an den Netzbetrieb unterteilt.

	„Elemente“	Anlagentyp	Anlagenbetrieb	Netzstruktur	Netzschutz	Messen	Leittechnik	Mitarbeit ETH / FH's
P1a: „Basis“		Notstrom, Photovoltaik, Wärme-/Kraftkopplung	Stand Alone	Stern, Ring offen	Anlagenschutz	Energie, Leistung, Oberschwingungen	Visualisierung	-
P1b: „Progress“		Brennstoffzellen, ...	Verbund	Ring geschlossen	+ Netzschutz	+ Spannung, Strom	Steuerung	(+)
P2: „Ultra“		Speicher, USV-Anlagen, ...		Vermaschtes Netz			Automatisierung	+
P3: „Extremis“				Inselbetrieb		+ Frequenz		++

Abbildung 11: VEiN Projektphasen

In den Phasen 1a „Basis“ und 1b „Progress“ werden die Grenzen bestimmt, ab welcher Menge von installierter DEA Leistung die einzelnen Anlagen nicht mehr sich selbst überlassen werden können, sondern ein Anlagenverbund, Änderungen in der Netzstruktur, Anpassungen im Netzschutz und eine übergeordnete Steuerung notwendig werden. Die entsprechen-



den Fragestellungen des Projektes werden in dieser Phase beantwortet. In der Phase 1a wird zudem ein Vergleich zwischen den rechnerischen Resultaten der vermehrten Einspeisung und den gemessenen Resultaten aus dem Feldversuch durchgeführt. Daraus werden aktualisierte Modelle für zukünftige Netzsimulationen mit dezentralen Einspeisungen abgeleitet.

In der Phase 2 „Ultra“ werden neue Netzelemente in das Netz aufgenommen und soweit sinnvoll eine Automatisierung der DEA und des Netzes mittels der Leittechnik realisiert. Für die Automatisierung werden Algorithmen erforderlich sein, die aus der Mitarbeit mit den Hochschulen hervorgehen.

Die Phase 3 „Extremis“ betrifft hauptsächlich den Inselbetrieb mit den grossen Herausforderungen der Frequenzhaltung und der unterbrechungsfreien Rücksynchronisation auf das Vorliedernetz.

Mit dem Projekt VEiN werden betreffend das Niederspannungsnetz in den einzelnen Phasen die Fragen zu folgenden Themen beantwortet:

In der Projektphase 1 „Basis“ und „Progress“:

- Struktur und Führung des Niederspannungsnetzes
- Vergleich der Berechnungen mit den Messresultaten im Feldversuch
- Betriebsoptimierungen durch DEA
- Versorgungsqualität
- Lastflussumkehr
- Vorschriften und Normen
- Netzkosten in der Energieübertragung
- Verlusteinsparungen
- Praktische Betriebsprobleme
- Schutz-, Überwachungs- und Leitsysteme
- Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Stromversorgung

In der Projektphase 2 „Ultra“:

- Leittechnik mit Funktionen zur Automatisierung
- Vermaschtes NS-Netz

In der Projektphase 3 „Extremis“:

- Inselbetrieb, als Option, wenn technisch machbar.

Zudem werden im Rahmen des Projektes VEiN Betriebserfahrungen und besondere Ereignisse dokumentiert, analysiert und beurteilt.



6 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
- [8] Dr. G. Schnyder: **Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetze „VEiN“** Pilotprojekt, Jahresbericht BFE Forschungsprogramm Elektrizität, Dezember 2010