

Schlussbericht **Mai 2005**

Dezentrale Erzeugungsanlagen in Niederspannungsnetzen (Machbarkeitsstudie)

ausgearbeitet durch

Dr. G. Schnyder
Schnyder Ingenieure AG
Bösch 23
6331 Hünenberg

mitfinanziert durch

AEW Energie AG, Aarau

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Weitere Informationen über das Programm „Elektrizität“ des Bundesamts für Energie stehen auf folgender Web-Seite zur Verfügung:

www.electricity-research.ch

INHALTSVERZEICHNIS

Präambel	1
Zusammenfassung / Resumee / Summary	2
1. Ausgangslage und Umfeld	5
2. Ziele der Machbarkeitsstudie	10
3. Inhalt des geplanten Feldversuches.....	11
4. Rahmenbedingungen des Feldversuchs	13
5. Realisierung des Feldversuches	14
6. Motivation der Projektpartner	17
7. Ergebnisse der Machbarkeitsstudie.....	20
8. Literatur	24

PRÄAMBEL

Für die Ausarbeitung der Machbarkeitsstudie zur Prüfung der Realisierung eines Feldversuches bei dem die Auswirkungen einer Mehrzahl von verteilten Einspeisungen in einem konkreten 400 V Niederspannungsnetz in der Schweiz zu prüfen sind, haben das Bundesamt für Energie im Rahmen des Forschungsprogramms „Elektrizität“ sowie die AEW Energie AG die finanziellen Mittel bereitgestellt.

Die Ausarbeitung der Machbarkeitsstudie ist durch das folgende Projektteam erfolgt:

Projektleitung: P. Bühler, Vorsitzender der Geschäftsleitung, AEW Energie AG

Dr. G. Schnyder, Schnyder Ingenieure AG,

Projektbearbeitung: Hans- Rudolf Hagmann, AEW Energie AG

René Soland, AEW Energie AG

Daniel Hänni, Schnyder Ingenieure AG

ZUSAMMENFASSUNG / RESUMEE / SUMMARY

Zusammenfassung

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

Diese vermehrt dezentral eingesetzten verteilten Erzeugereinheiten können den Ausbau und den Betrieb der Verteilnetze auf den verschiedenen Spannungsebenen der Verteilnetze nachhaltig beeinflussen.

Die Hauptzielsetzung der Machbarkeitsstudie ist die Festlegung der Rahmenbedingungen für die Durchführung eines Projektes zur Realisierung eines realen Feldversuches für die Beurteilung der Auswirkungen der Zunahme von verteilten Einspeisungen in 400 V Niederspannungsnetze. Die Rahmenbedingungen umfassen insbesondere:

- die Auswahl eines realen 400V-Netzausschnittes in der Schweiz inklusive der Motivation der angeschlossenen Endverbraucher;
- die Wahl von geeigneten und interessierten Projektpartnern auf Seiten der Industrie, Forschung, Umweltorganisationen, Verbände und der öffentlichen Hand;
- die Akquisition der erforderlichen finanziellen Mittel sowie die Beschaffung bzw. Bereitstellung der im realen 400 V Netz einsetzbaren dezentralen Erzeugungsanlagen.

Folgende Ergebnisse sind mit der Machbarkeitsstudie erarbeitet worden:

- Zwei mögliche 400 V Niederspannungsnetze im Versorgungsgebiet der AEW Energie AG sind für die Durchführung des Feldversuches evaluiert worden.
- Die Aktivitäten und Zielsetzungen für den Feldversuch sind gegenüber den Vorgaben der Machbarkeitsstudie aufgrund der Bedürfnisse der interessierten Projektpartner konkretisiert worden.
- Betreffend den Aufbau des Feldversuches ist ein mögliches Szenario hinsichtlich der minimal erforderlichen Finanzen berechnet worden. Der Finanzierungsbedarf für einen Feldversuch mit 12 verteilten unterschiedlichen Einspeisungsanlagen beträgt ca. CHF 2.6 Mio.
- Die Projektorganisation ist im Überblick erstellt. Als Projektpartner haben sich die Elektrizitätswirtschaft und der Bund herauskristallisiert.
- Die Akquisition der Finanzen ist erfolgt. Die Zusagen über die Hälfte der erforderlichen Mittel liegen derzeit vor. Weitere Zusagen sind noch ausstehend.

Resumée

Sur la base de recherche actuelle dans le secteur des installations de production d'énergie décentralisées et activités de développement d'une part et les activités de promotion nationales d'autre part, il faut partir du principe qu'à l'avenir augmentera des sources d'énergie comme le soleil, vent, biomasse et l'eau de façon décentralisée. Ainsi que dans des environs avec besoin de chaleur de façon décentralisée cellules de combustible et installations de raccord de force de chaleur est utilisé.

Celui-ci accru des unités de producteur distribuées utilisées de façon décentralisée peuvent influencer de manière efficace le développement et le fonctionnement des réseaux de distribution aux différents niveaux de tension celui des réseaux de distribution.

La finalité essentielle de l'étude de faisabilité est la fixation des conditions générales pour l'élaboration d'un projet visant la réalisation d'une expérience pratique vraie pour l'évaluation des conséquences de l'augmentation des alimentations distribuées accrues dans 400 V réseaux basse tension. Les conditions générales couvrent en particulier:

- choix d'un 400 V réseaux basse tension vrai en Suisse y compris celui motivation des consommateurs finaux attachés;
- le choix des partenaires de projet qualifiés et intéressés sur les côtés de l'industrie, recherche, organisations écologiques, fédérations et les pouvoirs publics;
- acquisition des moyens financiers nécessaires ainsi que l'obtention et/ou mise à disposition des installations de production décentralisées applicables vraies.

Les résultats suivant ont été élaborés avec l'étude de faisabilité:

- Deux 400 V réseaux basse tension possibles dans le secteur d'approvisionnement des AEW d'énergie SA on évalue pour la mise en oeuvre de l'expérience pratique.
- Des activités et des objectifs pour l'expérience pratique sont par rapport concrétisé aux normes l'étude de faisabilité sur la base des besoins des intéressés partenaires de projet.
- Concernant la construction de l'expérience pratique un scénario possible minimal en ce qui concerne celui finances nécessaires est calculé. Le besoin en financement pour une expérience pratique avec 12 installations d'alimentation différentes distribuées, on s'élève environ CHF 2.6 millions.
- L'organisation du projet est fournie dans l'aperçu. En tant que partenaires de projet cristallisent l'économie électrique et la fédération suisse.
- L'acquisition des finances a eu lieu. Les promesses plus de la moitié de celui de moyens nécessaires être à la disposition actuellement. D'autres promesses sont encore à recouvrer.

Summary

Due to the research within the range of the decentralized energy production plants and research and development activities on the one hand and the national promotion activities on the other hand in the future increased use of decentralized energy sources like sun, wind, biomass and hydro decentralized is to be assumed. As well as in an environment with heat consumption decentralized gas cells and combined heat and power plants may be more applicable.

This increased decentralized use of distributed small power plant units may impact the development and the enterprise of the distributed networks on the different voltage levels.

Those a principal purpose setting of the feasibility study is the definition of the basic conditions for the elaboration of a project for the realization of a material field test for the evaluation of the effects of the increase of distributed small power plants feed in 400 V low-voltage systems. The basic conditions cover in particular:

- Selection of a 400V low voltage net in Switzerland including that motivation of the supplied consumers;
- Choice of suitable and interested project partners on sides of the industry, research, environmental organizations, federations and the public hand;
- Acquisition of the necessary financial means as well as the procurement and/or supply in material 400 V net applicable decentralized production plants.

The following Results were elaborated with the feasibility study:

- Two possible 400 V of low-voltage systems in the supply area of the AEW energy Ltd. for the execution of the field test were evaluated.
- Activities and objectives for the field test are concretized in relation to the defaults of the feasibility study due to the needs of the interested project partners.
- Concerning the structure of the field test a possible minimal scenario is regarding an the that necessary finances are calculated. The financing need for a field test with 12 distributed small power plants amounts to approx. CHF 2.6 millions.
- Project organization is provided in the overview. As project partners the electricity supply industry and the Swiss federation are crystallized out.
- Acquisition of finances took place. The promises over half that necessary means are present at the moment. Further promises are still over.

1. AUSGANGSLAGE UND UMFELD

1.1. Prämisse

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.

1.2. Ausgangslage

Diese vermehrt dezentral eingesetzten Erzeugereinheiten (DEA) können den Ausbau und den Betrieb der Verteilnetze auf den verschiedenen Spannungsebenen der Verteilnetze nachhaltig beeinflussen.

Der Einsatz von einzelnen dezentralen Energieerzeugungseinheiten in den überregionalen Mittelspannungsverteilsnetzen 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.

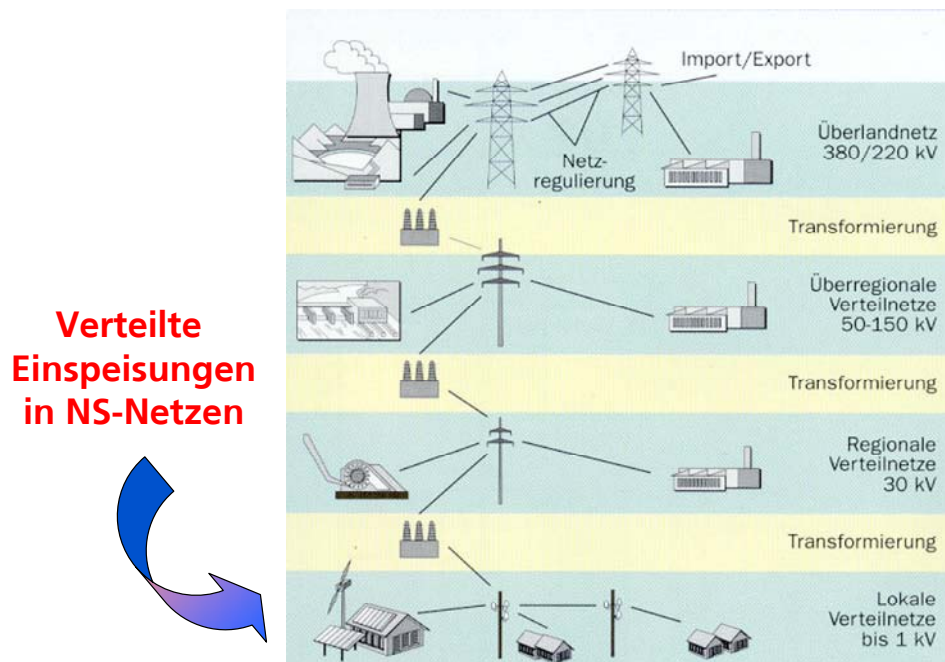


Abbildung 1: Verteilte Einspeisung in Niederspannungsnetzen (Quelle: VSE)

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass bei kleineren Erzeugungseinheiten neben der bekannten Ankopplung über Synchron- bzw. Asynchronmaschinen die Ankopplung über leistungselektronische Komponenten laufend zunimmt. Dies gilt vermehrt für Wind-, Solar-, Brennstoffzellen- und Kleinblockheizkraftwerkanlagen wie z.B. Mikrogasturbinen mit hohen und/oder variablen Betriebsdrehzahlen.

Es ist davon auszugehen, dass ein breites Spektrum verfügbarer Energieträger und Erzeugungsarten nach Massgabe verschiedener Kriterien zur Produktion elektrischer Energie im Niederspannungsnetz zum Einsatz gelangen wird.

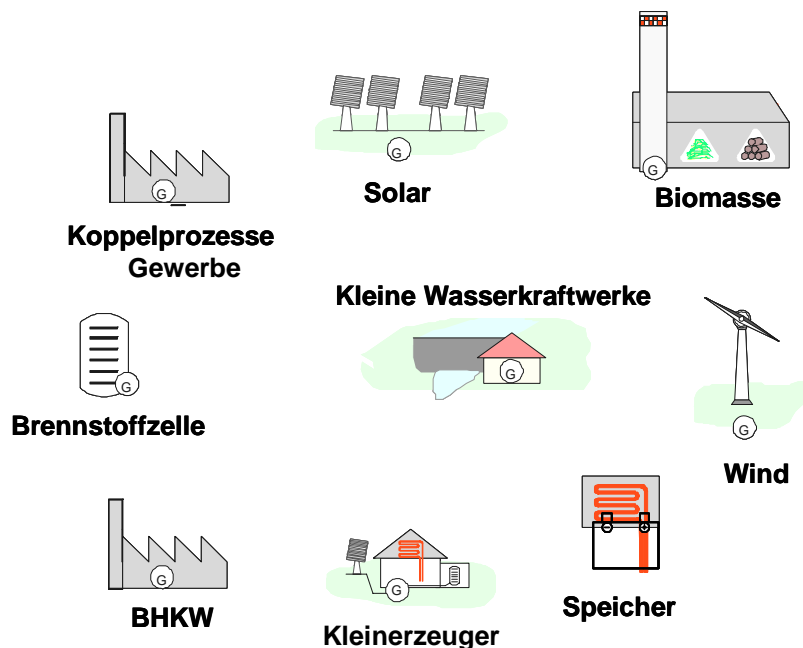


Abbildung 2: Typen verteilter elektrischer Energieerzeugungsanlagen

1.3. Umfeld

Die mittelfristig anstehende vollständige oder teilweise Liberalisierung des Strommarktes in Europa und in der Schweiz wird die Netzbetreiber danach trachten lassen, die bestehende Infrastruktur der Netze stärker auszulasten. Die Netze werden sowohl vom Betrieb wie auch von den Investitionen optimiert werden.

Die von den Verbrauchern auch in Zukunft geforderte hohe Netz- und Versorgungsqualität kann - je nach Qualitätsangebot von Seiten des Netzes - durch die Verbraucher mit dem Einsatz von dezentralen Energieerzeugungsanlagen selber definiert und beeinflusst werden.

Die Einspeisungen haben dabei Bedingungen zu erfüllen, die die Netzqualität der weiteren am Netz angeschlossenen Verbraucher nicht beeinträchtigt. Dies erfordert allenfalls die Ableitung zusätzlicher Anschlussbedingungen, die insbesondere auf das Zusammenwirken verschiedener verteilter Anlagen im Netz ausgerichtet sind.

1.4. Mögliche Auswirkungen vermehrter verteilter Einspeisungen

Mit dem vermehrten Einsatz verteilter Einspeisungen im Niederspannungsnetz sind die folgenden Effekte möglich:

- Derzeit erfolgt der Energiefluss im Niederspannungsnetz gerichtet vom einspeisenden Transformator bis zum Verbraucher. Mit dem vermehrten Einsatz verteilter Einspeisungen ist die Umkehr des Energieflusses möglich und damit steigen die Anforderungen an die Planung und den Betrieb im Normalfall wie auch im Störfall.
- Die bestehenden Netzinfrastrukturen sind in der Regel nicht auf verstärkten Einsatz von dezentralen Anlagen ausgelegt und müssen, unter Beachtung der Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit, entsprechend angepasst, bzw. optimiert werden.
- Mit dem Einsatz vermehrter verteilter Einspeisungen können gewollte oder ungewollte Inselbildungen im Niederspannungsnetz auftreten. Dies kann zu Problemen mit der Herstellung des Netznormalzustandes führen. Allenfalls wird die Rücksynchronisation eines Inselnetzes an des speisende Netz erwartet oder gefordert werden.
- Zur Beherrschung des Betriebs im Normal- und Störfall dürfte der Einsatz von vermehrter Leittechnik erforderlich sein und damit werden die Betriebskosten steigen.
- Der vermehrte Einsatz von dezentralen Erzeugern kann zudem – z.B. aus Aspekten der Versorgungsverfügbarkeit - dazu führen, die Verteilnetze, die in der Schweiz bisher aus betrieblichen Aspekten mit einigen wenigen Ausnahmen in einer radialen Struktur betrieben werden, im geschlossenen Ring oder sogar vermascht zu betreiben.
- Der Einsatz von zusätzlicher Netzleittechnik, die verbesserte Kenntnis des Lastzustandes im Niederspannungsnetz sowie ein Einsatz von Schutzgeräten neuer Generation können die Basis schaffen, um in Niederspannungsnetzen mit radialer Betriebsweise den Übergang in eine Betriebsweise des geschlossenen Rings oder einer vermaschten Struktur zu realisieren.

1.5. Bisherige Forschungsaktivitäten und bekannte Feldversuche

Die Realisierung der Pilot- und Demonstrationsanlage stützt sich unter anderem auf die Resultate des BFE Forschungsprojektes „Zunahme der dezentralen Energieerzeugungsanlagen in elektrischen Netzen – technische und ökonomische Auswirkungen“. Das Forschungsprojekt liefert auf Basis von theoretischen Abklärungen und Simulationen an real existierenden Netzen Resultate über die Beeinflussung des Betriebs von Mittel- und Niederspannungsnetzen durch den vermehrten Einsatz von dezentralen Energieerzeugungsanlagen. Auswirkungen auf die Planung und den Aufbau von Verteilnetzen unter dem Aspekt vermehrter dezentraler Erzeugungseinheiten werden abgeleitet [1].

Die wesentlichen Resultate der Projektarbeiten lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Beherrschung des vermehrten Einsatzes von verteilten Energieerzeugungsanlagen in Mittelspannungsnetzen ist aufgrund der bestehenden Netzkonzepte und der existierenden und teilweise bereits installierten Schutzkomponenten möglich. Die Grundlage dieser Aussagen liefern die Resultate der Simulationen am konkreten Netz der AEW Energie AG, einem Netz, in das bereits verschiedene DEA einspeisen.
- In Niederspannungsnetzen ist aufgrund der Impedanzverhältnisse der Spannungshaltung Beachtung zu schenken. Der Wirkleistungsfluss hat einen erheblichen Einfluss auf die Spannungshaltung. Die Einspeisung von Wirkleistung in das Niederspannungsnetz be-

wirkt einen Anstieg der Spannung. Eine Vielzahl von Einspeisungen führt aufgrund der Produktionscharakteristiken der Anlagen, wie der zeitliche Verlauf, die Leistung und der Anschlusspunkt, zu stärkeren Schwankungen der Spannungen. Die Einhaltung der Toleranzgrenzen EN50160 kann allenfalls ohne Massnahmen nicht gewährleistet werden. Damit die Spannungen in den Toleranzgrenzen gehalten werden können, ist ein entsprechendes Blindleistungsmanagement im Niederspannungsnetz erforderlich. Die Grundlage dieser Aussagen liefern die Resultate der Simulationen an einem konkreten Netz des ewz.

- Verteilte Einspeisungen in Niederspannungsnetze werden in der Mehrzahl über Umrichter an das Netz gekoppelt. Dies kann aufgrund der technischen Konzeption der Umrichter mit Ausgangsfiltern zu Problemen mit Oberschwingungen führen, insbesondere können Filter- und Netzresonanzen zur Überlastung und allenfalls zur Zerstörung von Komponenten führen, wenn Resonanzen nicht durch geeignete Massnahmen vorgebeugt wird.
- Der Betrieb des Verteilnetzes ist auch mit einer grösseren Zunahme von verteilten Einspeisungen im allgemeinen ohne Massnahmen möglich. Aufgrund der Vielfältigkeit der Problematik sind Einzelfälle im voraus zu betrachten. Die Optimierungsaufgaben bezüglich den Netzverlusten, der Spannungshaltung und evtl. dem Inselbetrieb werden bei einem stark wachsenden Einsatz von verteilten Einspeisungen im Verteilnetz komplexer. Zusätzliche Steuer- und Regeleinrichtungen und Konzepte sowie Kommunikationsmittel können für die steigenden Anforderungen an die Optimierungsaufgaben durchaus sinnvoll sein.

Mit dem Projekt Zuverlässigkeit von Sicherheitsschaltungen gegen Inselnetzbildung ist ein erster Schritt zur Thematik der dezentralen Energieerzeuger und deren Zusammenwirken mit dem Netz gestartet worden [2].

In den Ländern der EU sind verschiedene Projekte betreffend die verteilten Einspeisungen wie DISPOWER und EDISON gestartet worden. EDISON verfolgt den integralen Lösungsansatz von zentraler und dezentraler Energieversorgung. Weitergehende Informationen sind im Anhang 8 von [1] enthalten.

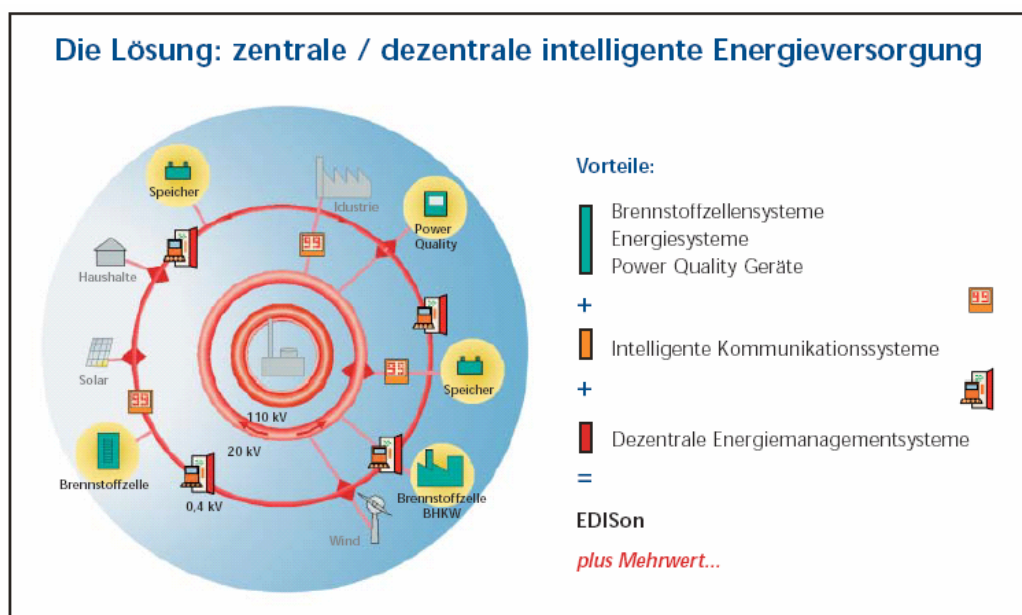


Abbildung 3: Integraler Ansatz des Projektes EDISON (Quelle: Anhang 8 [1])

Die Realisierung eines analogen Feldversuches, bei dem in einem Niederspannungsnetz eine Mehrzahl von verteilten Anlagen installiert wird, ist derzeit nicht bekannt.

1.6. Mögliche Problemstellungen im Zusammenhang mit dem Feldversuch

Mögliche Problemstellungen, die mit der Realisierung des Feldversuches zusammenhängen könnten, sind in der folgenden Abbildung aufgelistet



Abbildung 4: Mögliche Problemstellungen im Zusammenhang mit dem geplanten Feldversuch

1.7. Ausschluss von Kriterien für die Realisierung des Feldversuches

Für die Durchführung des Feldversuches sollen die folgenden Gegebenheiten keine Kriterien darstellen, die für die Beschaffung von Finanzen hemmend sein könnten:

- die Rentabilität ist nicht gegeben;
- die Wärmeabfuhr von eingesetzten Erzeugungsanlagen kann nicht nutznießend abgeführt werden;
- das Pilotprojekt existiert ausserhalb der Schweiz bereits.

2. ZIELE DER MACHBARKEITSSTUDIE

Die Hauptzielsetzung der vorliegenden Machbarkeitsstudie ist die Festlegung der Rahmenbedingungen für die Ausarbeitung eines Projektes zur Realisierung eines realen Feldversuches für die Beurteilung der Auswirkungen der Zunahme von vermehrten dezentralen Einspeisungen in 400 V Niederspannungsnetzen.

Mit der Machbarkeitsstudie sind insbesondere die folgenden konkreten Zielsetzungen zu erreichen:

- die Auswahl eines realen 400V-Netzausschnittes in der Schweiz inklusive der Motivation der angeschlossenen Endverbraucher;
- die Wahl von geeigneten und interessierten Projektpartnern auf Seiten der Industrie, Forschung, Umweltorganisationen, Verbände und der öffentlichen Hand;
- die Akquisition der erforderlichen Mittel für die Finanzierung der Projektes inklusive der Beschaffung bzw. Bereitstellung der im Feldversuche einsetzbaren dezentralen Erzeugungsanlagen.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie, deren Ziel die Schaffung der Grundlagen für das Projekt zur Realisierung eines Feldversuches bildet, sind die Themenkreise zu bearbeiten:

- Bestimmen/Definition eines realen Niederspannungsverteilsnetzes
- Evaluation von möglichen dezentralen Erzeugungsanlagen
- Ableiten der technischen Rahmenbedingungen für eine mögliche Umsetzung
- Finanzierung klären
- Partnerevaluation
- Definition des Projektes
- Eckdaten/Rahmenbedingungen des Projektes definieren
- Terminpläne konkretisieren
- Sammlung theoretischer Grundlagenarbeiten als Basis für den Feldversuch

Bei Projektabschluss sollen über vertragliche Abmachungen

- die finanziellen Mittel für die Realisierung des Pilot- und Demonstrationsnetzes sichergestellt
 - die Projektpartner betreffend die Finanzierung und Ausführung bestimmt
 - der definitive Projektinhalt festgelegt
- sein.

3. INHALT DES GEPLANTEN FELDVERSUCHES

Aufbauend auf den Ergebnissen des Forschungsprojektes „Zunahme der dezentralen Energieerzeugungsanlagen“ ist in einem konkreten Feldversuch in einem 400 V Niederspannungsnetz eine Mehrzahl von verteilten Energieerzeugungsanlagen zu installieren.

Alle nachfolgenden Überprüfungen sollen dabei unter realen Bedingungen und unter Nutzung und Auswertung entsprechender Messungen erfolgen:

- Überprüfen der technischen und systemorientierten Randbedingungen zur Nutzung von verteilten Energieerzeugungsanlagen im Niederspannungsnetz.
- Überprüfen der Auswirkungen des Einsatzes verteilter Energieerzeugungsanlagen in Niederspannungsnetzen betreffend Planung, Ausbau, Betrieb, Kundentoleranz, usw.
- Überprüfen und Aufbau der notwendigen Monitoring-, Mess- und Regelmöglichkeiten zum dauernden Einsatz dezentraler Energieerzeuger in Niederspannungsnetzen.
- Vergleich und Evaluation von Regelkonzepten im realen Netzbetrieb, damit der Betrieb von dezentralen Energieerzeugern sowohl im Insel- als allenfalls auch im Netzbetrieb störungs- bzw. unterbruchsfrei erfolgen kann.
- Überprüfen eines Verbunds mehrerer verteilter Energieerzeuger auf die Stabilität des Netzbetriebes.
- Überprüfen des technischen und ökonomischen Nutzens der zentralen Steuerung eines Verbunds von mehreren dezentralen Energieerzeugern für Besitzer und Verteilnetzbetreiber.
- Überprüfen des Mehrwerts für den Besitzer von dezentralen Energieerzeugern durch verbesserte Nutzungsstrategien.
- Überprüfen des Nutzens aus der Verwendung mehrerer Energieerzeuger auf Verteilnetzebene für einen Stromverteiler für die Spitzenlastbrechung, die Nutzung der Wärmeproduktion und die Netzoptimierung.

Mit dem vorgesehenen Feldversuch für verteilte Einspeisungen im Niederspannungsnetz sind unter anderen die nachfolgenden Resultate zu erreichen, bzw. Fragestellungen zu verifizieren. Die Fragestellungen sind ähnlich bzw. erweitert zu denjenigen des Forschungsprojektes „Zunahme der dezentralen Energieerzeugungsanlagen“ wobei die reale Umgebung des Feldversuches die Ergebnisse der Simulation bestätigen sollen und andererseits in Simulation nicht vorhersehbare Betriebsfälle analysiert und mit Simulation ihrerseits geprüft werden.

- Wie verändert sich Struktur und Führung des Niederspannungsnetzes durch den zunehmenden Einsatz der dezentralen Erzeugung?
- Sind besondere Betriebsoptimierungen in Niederspannungsnetzen durch den Einsatz von dezentralen Erzeugungseinheiten möglich?
- In welchem Rahmen verändert sich die Verfügbarkeit von Niederspannungsnetzen?
- Welche bekannten Speichermedien elektrischer Energie werden mit dem Einsatz von DEA interessant für eine breitere Anwendung und Nutzung?

-
- Wie kann die durch den Einsatz von DEA entstehende Situation einer möglichen Lastflussumkehr in Niederspannungsnetzen betrieblich gehandhabt werden?
 - Welche Vorschriften sind allenfalls anzupassen, ist eine Einfluss auf die Gesetzgebung erforderlich?
 - Ist ein partieller, eventuell zeitlich begrenzter Inselbetrieb mit dem Einsatz von DEA aus Sicht der Kundentoleranz möglich?
 - Auf welche Akzeptanz stösst eine Betrieb mit DEA bei den Kunden? Sind Änderungen im Verhalten der Kunden feststellbar?
 - Wieweit können mit dem wachsenden Anteil einer dezentralen Energieerzeugung und der damit einhergehenden Einspeisung in das Niederspannungsnetz Netzkosten in der Energieübertragung vermieden werden?
 - Welche Verlusteinsparungen sind durch den Einsatz von dezentralen Erzeugungsanlagen möglich?
 - Welche praktischen Betriebsprobleme treten auf und wie können sie technisch und ökonomisch gemeistert werden?

4. RAHMENBEDINGUNGEN DES FELDVERSUCHS

4.1. Definierter Anschluss von Energieerzeugungsanlagen

Mit dem geplanten Feldversuch ist eine Aufgabenstellung der Elektrizitätsbranche zu lösen. Die Netzbetreiber haben die Kernaufgabe zu lösen, dass das Netz funktioniert. Der Feldversuch bildet eine Plattform zur Lösung von Fragen der Netzbetreiber, die sich im Rahmen von vermehrten Einspeisungen verteilter Art ergeben.

Unter anderen Problemstellungen sind insbesondere die technischen Rahmenbedingungen für die Formulierung von Kriterien zur Bewilligung von Einspeisungen in Niederspannungsnetze herauszukristallisieren. Diese sollen schlussendlich in den Grid Code CH einfließen.

Zu formulieren sind objektive Rahmenbedingungen, die in der Praxis getestet und substantiell begründet sind und dementsprechend auch die notwendige Rechtssicherheit sowohl für den Netzbetreiber wie für den Anschluss von Anlagen ermöglichen.

Die Erfahrungen, die mit dem Feldversuch gemacht werden und die daraus resultierenden Begründungen, sind von der Branche aufzuarbeiten. Es ist anzunehmen, dass die Erwartungen an die Branche zu konkreten Aussagen betreffend der Problematiken vermehrter verteilter Einspeisungen und deren Auswirkungen steigen werden. Allfällige Restriktionen für den Anschluss von verteilten Energieerzeugungsanlagen sind daher anhand von konkreten Beispielen darzulegen.

4.2. Beispiele des aktuellen Kenntnisstands mit dem Betrieb von vermehrten Einspeisungen

Erfahrungen im Betrieb mit einzelnen verteilten Energieerzeugungsanlagen in Niederspannungsnetzen zeigen bereits heute, dass Überspannungen bedingt durch den Einsatz vermehrter verteilter Einspeisungen in Niederspannungsnetzen auftreten können.

Einspeisungen mit einer Leistung kleiner als 10 kVA erfordern für den Anschluss keine Bewilligung. Dies kann mit zukünftigen Entwicklungen wie Brennstoffzellenautos, die während der Nacht z.B. über die Steckdose Energie ins Netz einspeisen, zu heute nicht bekannten Folgen für den Netzbetrieb führen.

4.3. Abgrenzung der Aufgabenstellung des Feldversuchs

Es handelt sich nicht um eine Problematik der Primärenergieträger, d.h. deren Bereitstellung sowie der Produktion elektrischer Energie.

Mit dem Feldversuch sind keine finanztechnischen Probleme wie die Durchleitungsmöglichkeit von Energie und deren Kosten zu lösen.

5. REALISIERUNG DES FELDVERSUCHES

5.1. Wahl von zwei Varianten mit unterschiedlichen Kosten

Für die Abschätzung der Machbarkeit des Feldversuches sind die Anforderungen betreffend Anzahl verteilter Erzeugungsanlagen und deren Finanzierung, der Betrieb und Unterhalt der Anlagen inklusive der Kosten für die Primärenergie und die Kennwerte für die Wahl des Niederspannungsnetzausschnittes definiert worden.

Zwei Szenarien mit einem Kostenbudget von CHF 7 Mio. und CHF 2.6 Mio. sind ausgearbeitet worden.

Aufgrund der ersten Abschätzungen betreffend die Akquisition der erforderlichen finanziellen Mittel wurde die Variante mit Kosten für CHF 2.6 Mio. detaillierter bearbeitet.

5.2. Erzeugungsanlagen und deren Installationsort in einem Feldversuch

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft auf, welche verteilte Energieerzeugungsanlagen mit welchen installierten Leistungen bei verschiedenen Verbrauchern an unterschiedlichen Orten in einem Niederspannungsnetz installiert werden könnten. Die Abbildung ist beispielhaft und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit betreffend der einsetzbaren verteilten Energieerzeugungsanlagen.

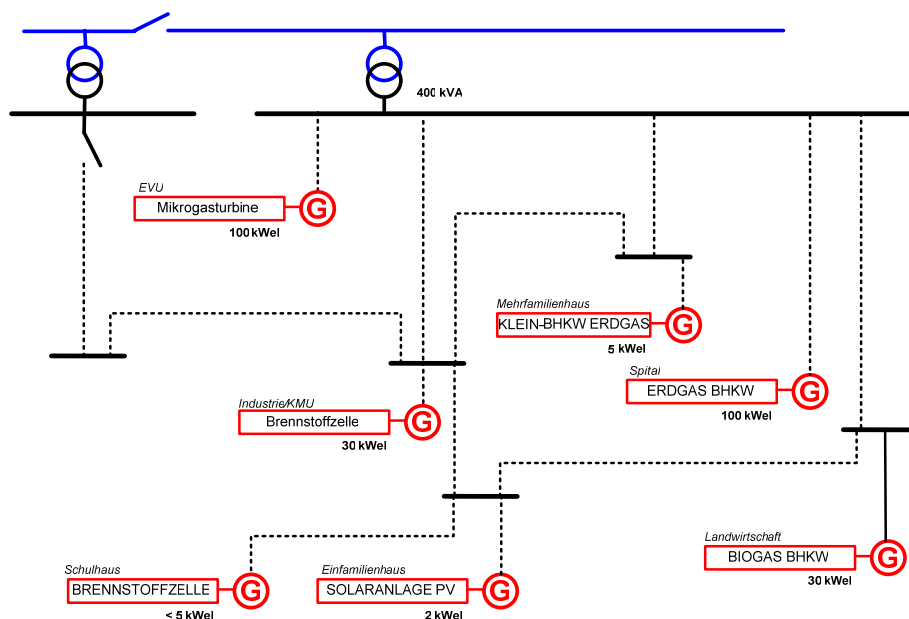


Abbildung 5: Beispiel einer möglichen Realisierung des geplanten Feldversuches

5.3. Anforderungen an die Ausgestaltung des Niederspannungsnetzes und der Verbraucher

Aufgrund der Gewährleistung der Aussagekraft der Resultate bei der Minimalkonfiguration sind die in der Tabelle 1 enthaltenen Eckdaten des Niederspannungsnetzausschnittes und der verteilten Einspeisungen festgelegt worden.

Minimalanforderungen an die Infrastruktur für die Durchführung des Projektes VEiN					
Versorgungsgebiet					
400 kVA Transformator mit einer Maximallast von ca. 300 kW					
Verteilte Einspeisungen und Lasttypen					
Typ	Anzahl	Nennleistung [kVA]	Summenleistung [kVA]	Primärenergie	Verbraucherart
Klein-BHKW	5	5	25	Erdgas oder Flüssiggas	EFH und MFH mit 2-3 Wohneinheiten
BHKW	3	30	90	Erdgas	MFH mit mehr als 3 Wohneinheiten
Biogasanlage	1	50	50	Biogas	Landwirtschaftsbetrieb
Mikrogasturbine	1	100	100	Erdgas	Grösserer Gewerbebetrieb oder kleiner Industriebetrieb
PV-Anlagen	3	10	30	Sonne	MFH, Schule oder Verwaltungsgebäude
Total	13		295		

Tabelle 1: Minimale Anforderungen an die installierte Leistung der verteilten Erzeugungsanlagen

5.4. Kostenschätzung für die Realisierung des Feldversuchs mit minimalen Anforderungen

Auf der Basis der minimalen Eckdaten leiten sich die Kosten für die Realisierung des Feldversuches gemäss der Auflistung in der Tabelle 2 ab. Die Kosten sind aufgeteilt in die Investitionskosten der zu installierenden verteilten Energieerzeugungsanlagen, die Beschaffung der Primärenergieträger, die Betriebs- und Unterhaltskosten, die Kosten für die Betreuung des Feldversuchs sowie die Erträge aus dem Energieverkauf.

Anlage	TOTAL	Solaranlage PV		Mikrogas-turbine	Klein-BHKW	BHKW Erdgas	BHKW Biogas
Elektr. Leistung Anlage [kW]		20	10	100	5	30	50
Anzahl [Stk]	12	1	1	1	5	3	1
Elektr. Leistung TOTAL [kW]	295	20	10	100	25	90	50
Module verteilter Einspeisungen [CHF]	919'000	280'000	140'000	130'000	100'000	144'000	125'000
Installationen [CHF]	780'000			250'000	160'000	225'000	145'000
Planung; Mess- und Leittechnik	184'440						
Total Investitionskosten [CHF]	1'883'440	306'800	148'720	411'840	286'000	433'680	296'400
Unterhaltskosten [CHF/a]	52'500	800	400	13'050	6'750	18'900	12'600
Energiebeschaffungskosten [CHF/a]	227'146			106'071	24'750	96'324	
Allg. Systembetreuung [CHF/a]	48'000	4'000	4'000	4'000	20'000	12'000	4'000
Total Betriebskosten [CHF/a]	327'646	4'800	4'400	123'121	51'500	127'224	16'600
Total allg. Projektleitung [CHF]	355'000						
Projekt- und Netzaufbau [CHF]	1'923'440						
Netzbetrieb (3 Jahre) [CHF]	1'247'937						
Projektabschluss und Rückbau [CHF]	50'000						
Ertrag aus Stromverkauf [CHF/a]	-641'925						
Total Projekt [CHF]	2'579'452						

Tabelle 2: Kostenschätzung für die Realisierung des Feldversuchs

Die Kosten für die Realisierung des Feldversuchs mit einer minimalen Anzahl von verteilten Einspeisungen belaufen sich auf ca. CHF 2.6 Mio., wobei die Investitionskosten für die Beschaffung der 12 verteilten Einspeisungen ca. CHF 1.9 Mio. betragen.

5.5. Trägerschaft der Projektfinanzierung

Die Trägerschaft zur Finanzierung des Feldversuches wird unterteilt in Projektträger, Projektbegleiter, Projektförderer, Projektunterstützer und Projektinteressierte. Für jede der Kategorien ist ein Mindestbeitrag der Finanzierung vorgesehen. Aufgrund der Höhe des Finanzierungsbeitrages ist eine aktive oder passive Mitarbeit und Mitsprache im Projekt vorgesehen.

Ziel der Akquisition der Trägerschaft ist, mit möglichst 4-5 Projektträgern die Hauptfinanzierung zusammenzustellen. Die Tabelle 3 listet im Überblick die Trägerschaftstypen, der Mitwirkungen und Nutzung sowie deren Finanzierungsbeitrag auf.

Trägerschaft			Mitwirkung und Nutzen der Trägerschaft						Finanzierung	
Beitrag in CHF	Typ	Kategorie	Projektausschuss		Begleitgruppe Netz		Information		Anzahl	Finanzen
			Einsatz und Mitbestimmung	Dokumentation	Einsatz und Mitbestimmung	Dokumentation	Infoveranstaltungen Besichtigungen	Projektbericht		
> 500'000	Projektträger	T1	X	X		X	X	X	3	1'500'000
> 100'000	Projektbegleiter	T2		X	X	X	X	X	5	500'000
> 50'000	Projektförderer	T3		X		X	X	X	7	350'000
> 10'000	Projektunterstützer	T4					X	X	15	150'000
< 10'000	Projektinteressierter	T5						X	20	100'000
Total										2'600'000

Tabelle 3: Trägerschaft für die Realisierung des Feldversuchs

5.6. Finanzierung der Projektphasen

Die Durchführung des Feldversuchs wird betreffend den Finanzbedarf in die 4 Phasen Vorprojekt, Investitionen, Betrieb und Abschluss unterteilt. Die Tabelle 4 liefert summarisch den Überblick über den Finanzierungsbedarf der 4 Phasen sowie die für die jeweilige Phase vorgesehenen Finanzierungsstellen.

Finanzierung der Projektphasen		EVU Total	AEW	EW 2	EW 3	EW 4	BfE	KTI
Vorprojekt	300'000	150'000	75'000	25'000	25'000	25'000	50000	100000
Investitionen	1'600'000	1'440'000	360'000	360'000	360'000	360'000	160000	
Betrieb	600'000	310'000	40'000	90'000	90'000	90'000	90000	200000
Abschluss	100'000	100'000	25'000	25'000	25'000	25'000		
Total	2'600'000	2'000'000	500'000	500'000	500'000	500'000	300'000	300'000

Tabelle 4: Finanzbedarf für die 4 vorgesehenen Projektphasen

6. MOTIVATION DER PROJEKTPARTNER

6.1. Energieversorgungsunternehmen

- Bei den Elektrizitätsversorgungsunternehmen ist in den letzten Jahren im Hinblick auf die Strommarktöffnung den marktorientierten Forschungsaktivitäten - Organisation, Vertrieb, Rechnungswesen, usw. - gegenüber den technische Forschungsaktivitäten höhere Priorität eingeräumt worden. Nach Ablehnung des Elektrizitätsmarkgesetzes (EMG) dürfte sich die Ausrichtung der Elektrizitätswirtschaft vermehrt wiederum auf die Technik fokussieren.
- Aus den gegebenen politischen Rahmenbedingungen eines möglichen, vermehrten Einsatzes von dezentralen Einspeisungen stellt sich für die Verteilnetzbetreiber die Frage, was die Ausweitung der dezentralen Einspeisungen auf die Planung, den Betrieb und den Unterhalt des Netzes bedeutet. Insbesondere sind z.B. die Ausgestaltung von Anschlussbedingungen von dezentralen Energieerzeugungsanlagen unter dem Aspekt einer vermehrten Anzahl zu überprüfen.
- Die eigentlichen Entwicklungsträger waren bisher die Hersteller und Anlagelieferanten, indem sie auf verbesserte und optimierte Lösungen bedacht waren. Aus Sicht der Elektrizitätswirtschaft sollten aber auch die eigentlichen Wertschöpfer kreativ sein. D.h. aus Sicht der Verteilnetzbetreiber sind die Erkenntnisse auszuarbeiten, welche eine örtliche Konzentration verteilter Einspeisungen in das Niederspannungsnetz verursachen könnten.
- Für die Verteilnetzbetreiber sind insbesondere elektrische Erkenntnisse aus dem Projekt zu ziehen. Antworten zur Substitution von Elektrizität durch Wärme sind nicht gefragt. Mit den Ergebnissen des Feldversuchs sind keine ökologische und ökonomische Diskussionen zu führen.
- Mit dem Feldversuch ist keine politische Diskussion betreffend Primärenergie zu führen, d.h. verteilte Erzeugungsanlagen basierend auf fossiler oder nicht fossiler Primärenergie werden nicht unter dem Aspekt der Wärme, sondern unter dem Aspekt der Stromproduktion und der Stromeinspeisung betrachtet und analysiert.
- Die Zunahme der verteilten Erzeugungsanlagen ist aus Sicht der Technik wertneutral zu beurteilen. Der Feldversuch soll die technischen Barrieren aufzeigen und für alle beteiligten Akteure die gleichen Bedingungen schaffen. Die Netzbetreiber sind auf objektive Kriterien zur Bewilligung von verteilten Energieerzeugungsanlagen angewiesen.
- Die kommerziellen Bedingungen für den verteilten Einsatz von Erzeugungsanlagen stehen nicht im Vordergrund. Es sind die technischen Grundlagen zu schaffen, damit der Einsatz einer vermehrten Anzahl von dezentralen Anlagen möglich wird.
- Die elektrischen Phänomene haben im Feldversuch Vorrang. Im Feldversuch sind nicht sämtliche Eigenschaften unter „einen Hut“ zu bringen, sondern die eigenen Interessen der Verteilnetzbetreiber sind in den Vordergrund zu stellen. Abzuklären gilt aus dem Projekt insbesondere, welche Rahmenbedingungen für den verstärkten Einsatz von verteil-

ten Energieerzeugungsanlagen erforderlich sind. Erste Priorität der Verteilnetzbetreiber ist der Eigennutzen als Quelle der Motivation für das Projekt und damit auch als Begründung für die Kostenübernahme zur Machbarkeitsuntersuchung.

Aus den Umfragen mit Vertretern der Elektrizitätswirtschaft haben sich die folgenden Kernaussagen für Notwendigkeit der Durchführung des Feldversuches herauskristallisiert.

- **Die Verteilnetzbetreiber sind im Kerngeschäft betroffen.**
- Der Ausbau und der Betrieb der Verteilnetze wird nachhaltig beeinflusst werden. Die zu erwartenden Veränderungen sind abzuleiten.
- Die Betriebsführung im Normalbetrieb und insbesondere im Störfall ist betroffen. Die nachhaltige Beeinflussung des Netzbetriebs ist soweit möglich abzuleiten.
- Die Auswirkungen auf die Kunden sind zu beschränken; die Lieferqualität (Versorgungssicherheit und Spannungsqualität nach EN 50160) beim Kunden darf nicht beeinträchtigt werden.

6.2. Forschungsprogramm „Elektrizität“ des Bundesamtes für Energie (BFE)

- Das Forschungsprogramm „Elektrizität“ ist Bestandteil der BFE-Forschungsarbeiten, die von der eidgenössischen Forschungskommission CORE begleitet werden. Die Zielsetzungen des Forschungsprogramms „Elektrizität“ im Bereich Transport und Speicherung umfassen:
 - Schaffen der technischen Voraussetzungen für eine effiziente Einbindung verteilter Erzeugungsanlagen (Lösung technischer/wirtschaftlicher Probleme),
 - Effizienzsteigerung im Verteilnetz zur Verminderung der Verteil-Verluste,
 - Flexible Verteilnetzsysteme (z.B. FACDS),
 - Speichersysteme, Betrachtungen als Gesamtsystem,
 - Fachwissen-Vermittlung.
- Die Thematik der verteilten Einspeisungen und insbesondere der Auswirkungen auf die Verteilnetze stellt somit einen Schwerpunkt des Forschungsprogramms „Elektrizität“ dar. Diesbezüglich nimmt der zu realisierende Feldversuch eine wichtige Stellung innerhalb des Forschungsprogramms „Elektrizität“ ein.
- Der Feldversuch beinhaltet auch eine strategische Bedeutung für die Versorgungssicherheit in der Schweiz. Da auf politischer Ebene darauf hingesteuert wird, dass in Zukunft 20 – 30 % durch dezentrale Erzeugung bereitzustellen ist, sollte der Bund im Rahmen der Realisierung des Feldversuchs eine aktive und mit tragende Rolle übernehmen.

6.3. Anlagenlieferanten

- Von Seiten der Anlagenlieferanten hat das Projekt seine Bedeutung um bestehende Restriktionen, die den vermehrten Einsatz von verteilten Anlagen behindern, zu diskutieren und allenfalls aufzuheben.
- Die Anlagenlieferanten sehen im Feldversuche keine Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, die sich auszahlen. Die für den Feldversuch eingesetzten Produkte sind derzeit

entwickelt und können bei den Unternehmen nicht unter dem Forschungs- und Entwicklungsaspekt abgebucht werden.

- Der Feldversuch hat für die Anlagenverbreitung eine gewisse Bedeutung. Neue Applikationen dürften aufgezeigt und bekannt gemacht werden und der ökologisch sinnvolle Einsatz von verteilten Erzeugungsanlagen könnte verstärkt im Rahmen des Marketings genutzt werden. Insbesondere die Art der Nutzung im virtuellen Kraftwerk sollte vom Marketing ausgenutzt werden.

6.4. Gaswirtschaft

- Die Gaswirtschaft befindet sich im Gegensatz zur Elektrizitätswirtschaft noch im Aufbau. Das Geschäft mit dem Gas erfordert in dem Sinne noch den Aufbau verschiedener „schützender“ Rahmenbedingungen. Aus diesem Grund sollte die Gaswirtschaft ein Interesse an der Mitfinanzierung aufweisen.

6.5. Kommission für Technik und Innovation KTI

- Die KTI unterstützt Projektarbeiten von Hochschulen/Fachhochschulen für industrielle Anwendungen. KTI-Beiträge können daher für die Finanzierung von Arbeiten beantragt werden, die von Hochschulen oder Fachhochschulen durchgeführt werden. Aufgrund der angepeilten Projektkosten von CHF 2.6 Mio. ist eine Mitfinanzierung der KTI für die Aktivitäten von Fachhochschulen und Hochschulen wahrscheinlich. Die KTI erwartet generell eine 50 %-Beteiligung der Industrie. Die von der Industrie finanzierten Projektkosten sind wesentlich höher als die geschätzte halbe Million Franken für Arbeiten, die an den Hochschulen ausgeführt werden können.

7. ERGEBNISSE DER MACHBARKEITSSTUDIE

Die Aktivitäten im Rahmen der Machbarkeitsstudie haben zu den nachfolgend aufgelisteten Ergebnissen geführt.

7.1. Schwerpunktthemen

Der Feldversuch auf die folgenden Schwerpunktthemen fokussiert werden:

1. Erhaltung der Netz- und Versorgungsqualität
2. Minimierung der gegenseitigen Beeinflussung von verteilten Einspeisungen in Niederspannungsnetzen
3. Handhabbarkeit der möglichen Leistungsflussumkehrung klären
4. Netzstabilisierung: Zwischenharmonische und Sollwertvorgaben an die verteilten Einspeisungen
5. Optimierung, bzw. Erhöhung der Ausnutzung der Netzkapazitäten
6. Die Inselbildung und der Inselbetrieb müssen handhabbar sein
7. Die Bidirektionale Speicherung ist nach Bedarf zu prüfen
8. Prüfen der flexiblen Lastflusssteuerung

7.2. Rahmenbedingungen

Aus den Gesprächen mit der potentiellen Trägerschaft haben sich die folgenden, wesentlichen Rahmenbedingungen für die Realisierung des Feldversuches ergeben:

- Das Pilotprojekt ist im Bereich der angewandten Forschung platziert, d.h. nicht nur der alltägliche Betrieb, sondern auch „Neuigkeiten“ sollen im Projekt integriert werden.
- Das Wissen ist „Vor Ort“ aufzubauen.
- Der Inselbetrieb ist in 2. Priorität zu betrachten.
- Zur Anwendung gelangen sollen Komponenten, die existieren oder kurz vor der Markteinführung stehen.
- Das Projekt soll seinen Beitrag als Ideentank für die Ausbildung an Schulen liefern.
- Die zukünftige Umwelt- und Klimapolitik kann als „Motor“ für den vermehrten Einsatz von verteilten Einspeisungen wirken.
- Die Marktliberalisierung kann eine zusätzliche Attraktivität für den Einsatz von verteilten Einspeisungen bieten.
- Die Auswirkungen von verteilten Einspeisungen auf die Verfügbarkeit des Netzbetriebs sind lokal beschränkt und können positiv als auch negativ sein. Das Ziel muss sein: Die Verfügbarkeit darf nicht negativ beeinflusst werden, bzw. ist auf dem aktuellen Stand zu halten.

- Die Energieeffizienz ist zu erhöhen, bzw. mindestens gleich zu halten.
- Die Gaswirtschaft und die Anlagenlieferanten haben signalisiert, dass die Hauptfinanzierung des Projektes durch die Elektrizitätsunternehmen erfolgen muss.

7.3. Konkretisierung der Zielsetzungen

Aus den Gesprächen mit der potentiellen Trägerschaft haben sich die folgenden konkreten Zielsetzungen für die Realisierung des Feldversuches ergeben:

- Aufbereitung und Sammlung von Fachwissen
 - Neue Erkenntnisse gewinnen / Bestätigung der Theorie im Praxisumfeld
 - Ermitteln der Auswirkungen auf die Verteilnetze für die Machbarkeit von verteilten Einspeisungen
- Technische Randbedingungen ausführlich definieren
 - Monitoring, Mess-, Steuer- und Regelmöglichkeiten
 - Unterbrechungsfreie Stromversorgung / Stabilität des Verteilnetzes
 - Neue Netzelemente und Netzstrukturen
- Reglementierung der Anschlussbedingungen für verteilte Einspeisungen
 - Ableiten von konkreten Regeln für den Anschluss von verteilten Einspeisungen

7.4. Aktueller Stand der Finanzierung

Der aktuelle Stand der Finanzierung ergibt sich wie folgt:

- | | |
|--|-----------------|
| ▪ AEW Energie AG | = CHF 500'000.- |
| ▪ Bundesamt für Energie | = CHF 300'000.- |
| ▪ Elektrizitätswerk des Kantons Zürich | = CHF 200'000.- |
| ▪ Elektrizitätswerk der Stadt Zürich | = CHF 100'000.- |
| ▪ Centralschweizerische Kraftwerke | = CHF 100'000.- |
| ▪ Industrielle Werke Basel | = CHF 100'000.- |

Derzeit werden mit Anlagenlieferanten und weiteren Elektrizitätswerken Abklärungen zur Finanzierung des Projektes durchgeführt.

7.5. Auswahl eines geeigneten Niederspannungsnetzes

Zwei für die Realisierung des Feldversuchs mögliche 400 V Netze sind im Versorgungsgebiet der AEW Energie AG evaluiert worden. Die Netze aus den Gemeinden Seengen und Rheinfelden. In beiden Gemeinden ist ebenfalls die Gasversorgung vorhanden.

Das Netz von Rheinfelden wird in erster Priorität bearbeitet, falls die Realisierung des Feldversuchs möglich wird. In der Gemeinde Rheinfelden ist ein gutes energiepolitisches Umfeld für die Realisierung des Feldversuchs gegeben.

Die Durchführung des Feldversuches ist abhängig davon, ob die betroffene Gemeinde ein derartiges Projekt unterstützt. Die Kunden, welche aus dem Pilotnetz versorgt werden, müssen ebenfalls ihre Zustimmung geben. Insbesondere ist diesbezüglich zu klären, was im Störfall passiert und welche Schnittstelle zu den Kunden gegeben sein muss, damit die Versorgungssicherheit möglichst hoch erhalten bleiben kann.

7.6. Projektorganisation

Für die Durchführung des Feldversuches ist folgende Projektorganisation vorgesehen:

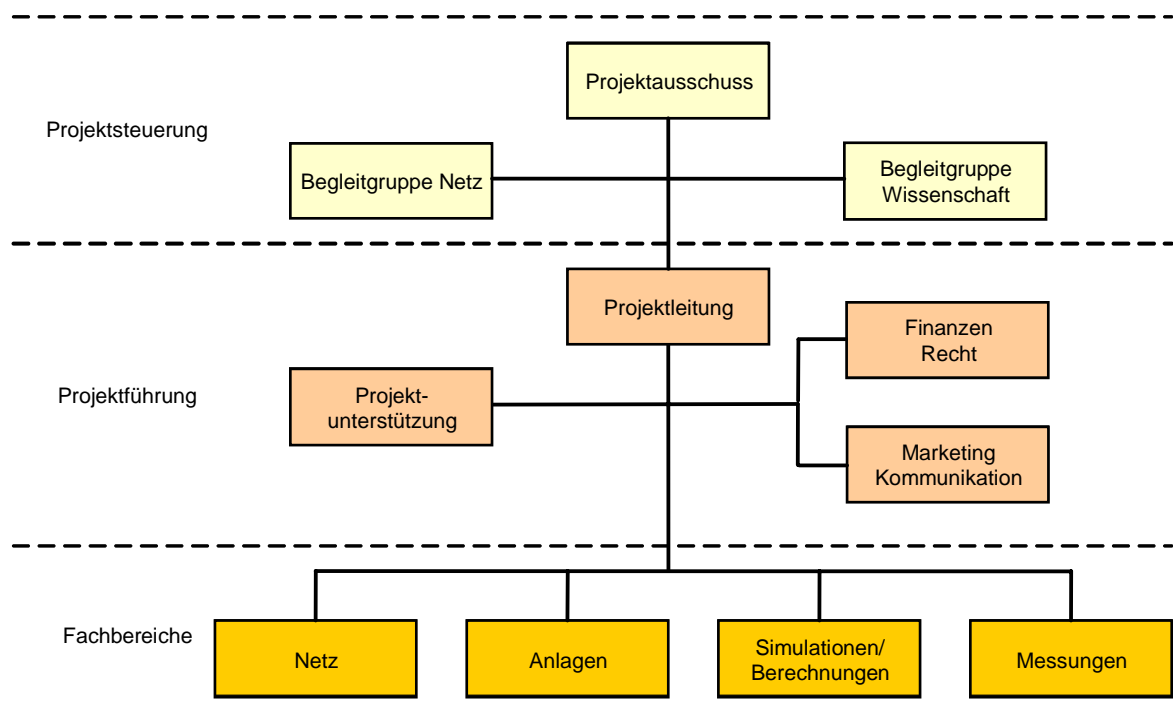


Abbildung 5: Geplante Projektorganisation für die Durchführung des Feldversuches

7.7. Meilensteine für die Realisierung des Feldversuches

- Trägerschaft Pilotprojekt definiert 06 / 2005
 - Absichtserklärung (letter of intent) mit Bereitschaft zur Mitfinanzierung mit einem zu definierenden Betrag
- Planung, Projektierung, Ausschreibungen 01 / 2006
 - Grundlage für die erweiterte Ausgestaltung des Pilotprojektantrages
 - Konkretisierung des Projektumfanges
 - Konkretisierung des Projektumfeldes
 - Energieversorgungsunternehmen

- Hochschulen
- Anlagelieferanten
- Inbetriebnahme / Betriebsphase 06 / 2006 - 09
- Rückbau wo notwendig 12 / 2009

7.8. Weiteres Vorgehen

Das weitere Vorgehen gliedert sich in die folgenden Schritte:

1. Einholen von weiteren Finanzierungsbestätigungen der Elektrizitätswirtschaft und weiteren möglichen Projektpartnern
2. Ausarbeitung eines Projektantrages als Grundlage für die Formulierung des Pilotprojektes

8. LITERATUR

- [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, www.electricity-research.ch

- [2] M. Real
Zuverlässigkeit von Messverfahren zur Erkennung von Inselbildungen
Schlussbericht BFE Forschungsprogramm Elektrizität, 1999; www.electricity-research.ch