



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie  
und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Energie BFE**

**Jahresbericht** 31. Dezember 2010

---

# **Analyse des Forschungsumfelds «Smart Grids» in der Schweiz und in Europa**

---

**Auftraggeber:**

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

**Auftragnehmer:**

BACHER ENERGIE AG  
Rütistrasse 3a  
CH-5400 Baden  
[www.bacherenergie.ch](http://www.bacherenergie.ch)

**Autoren:**

Willi Rohr, BACHER ENERGIE AG, [willi.rohr@bacherenergie.ch](mailto:willi.rohr@bacherenergie.ch)  
Dr. Rainer Bacher, BACHER ENERGIE AG, [rainer.bacher@bacherenergie.ch](mailto:rainer.bacher@bacherenergie.ch)

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

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

**BFE-Vertrags- und Projektnummer:** SI/500350-01 / SI/500350

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

## **Abstract**

In this project a SmartGrids information base is built in cooperation with European SmartGrids research institutions from universities and other research organizations to facilitate the European SmartGrids research, deployment and demonstration and its coordination. On the way from our actual electricity grid to the SmartGrids challenging regulatory, economic, social and technical challenges must be solved and scientific system questions answered.

# 1. Zusammenfassung

Eine der grössten aktuellen Herausforderungen ist die Milderung des Klimawandels, was durch eine erhebliche Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstosses bei Kraftwerken, aber auch durch eine nicht-fossile Mobilität und die Isolation von Gebäuden erreicht werden kann. Davon betroffen ist auch die weltweite Stromproduktion: Viele fossile Kraftwerke, sofern sie nicht mit der CCS-System (Carbon Capture and Storage) Technologie ausgestattet sind, müssten in den nächsten Jahren stillgelegt werden. Der Strom aus den abgeschalteten fossilen Kraftwerken und auch der stetige Mehrbedarf an Strom soll - neben einer erhöhten Endverbrauchereffizienz - auch durch Kraftwerke basierend auf neuen erneuerbaren Energien, sowohl durch dezentrale Erzeugung mit vielen kleinen Einheiten als auch neue erneuerbare Grosskraftwerke (z.B. Windfarmen), erreicht werden. Der massive Ausbau von diesen Erzeugungseinheiten, das gleichzeitige Aufkommen von aktiven Stromkonsumenten sowie Elektroautos führen zu neuen Herausforderungen im bisherigen Stromnetz, weshalb das heutige Netz zu SmartGrids umgebaut werden muss.

Ziel des vorliegenden Projekts ist es, die europaweite Forschung rund um das Thema „SmartGrids“ systematisch festzuhalten. Hierzu sollen eine Internet-Homepage inklusive einer SmartGrids-Monitoring-Datenbank erstellt werden. SmartGrids Forschungsprojekte sollen dabei typisiert werden können. Auch der Fortschritt der einzelnen SmartGrids-Projekte soll jährlich angepasst werden können. Dadurch soll sichergestellt werden, dass ein europaweiter Erfahrungsaustausch unter den im Gebiet SmartGrids interessierten Forschern sichergestellt wird und man sich einen aktuellen Überblick über die relevante SmartGrids-Forschung in Europa machen kann.

## 2. Projektziele

An den SmartGrids, den Stromnetzen und Stromsystemen der nächsten Generation, wird vielerorts geforscht und entwickelt. In vielen Forschungsanstalten (ETH, Universitäten, Fachhochschulen, industrielle Forschung), Innovationsförderungsinstitutionen (Regierungen, EU-Kommission, etc.) aber auch in der Industrie selber (bei Netzbetreibern, Grossverbrauchern, bei Systemherstellern) werden grosse Anstrengungen unternommen, um SmartGrids-Konzepte anzudenken, zu erforschen, zu testen, zu stimulieren und schliesslich in Form von Pilotprojekten umzusetzen.

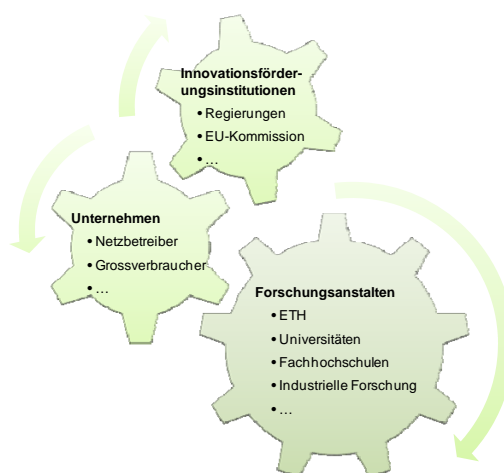


Abbildung 1: Institutionen, in denen SmartGrids Grundlagen erarbeitet werden

SmartGrids Projekte werden an diversen Institutionen an vielen Orten in Europa gleichzeitig durchgeführt. Umfragen haben ergeben, dass die Forschung im Bereich der SmartGrids heute wenig koordiniert wird; Erfahrungen in diesem komplexen Gebiet werden ungenügend ausgetauscht werden. Diese suboptimalen Rahmenbedingungen resultieren nicht nur in

einer erschwerten Forschung sondern vielmehr auch in einem unnötigen Zeitverlust im Wettkampf gegen die anstehenden Umweltprobleme.

Dieser Mangel an einer übergreifenden Informationsplattform über die Forschungsarbeiten im Themenkomplex der SmartGrids soll mit diesem Projekt verbessert werden. Ziel ist es dabei, eine zentrale europäische SmartGrids-Monitoring-Informationsbasis zu schaffen, welche relevante europäische SmartGrids Forschungsprojekte enthält - deshalb auch der Projektname „SmartGrids Monitoring“. Die Einträge in diese SmartGrids-Monitoring-Datenbank sollen über eine Web-Benutzeroberfläche erfolgen, wo die Benutzerin bzw. der Benutzer aus einer Reihe von Kriterien auswählen kann, um damit ihr Forschungsprojekt beschreiben zu können. Insbesondere geplant sind auch die Auflistung von laufenden und geplanten Projekten, wenn möglich mit Links zu öffentlich zugänglichen Deliverables und sonstigen Resultaten.

Die Institutionen, die in SmartGrids-Projekten involviert sind oder sein wollen, sollen die Gelegenheit haben, sich aktiv an der Informationssammlung bzw. Wissensverbreitung zu beteiligen. Hierzu werden die involvierten Institutionen einen sicheren Zugang erhalten, um jederzeit ihre Einträge in der SmartGrids-Monitoring-Datenbank den neuesten Forschungsergebnissen anpassen zu können.

Der Projektablauf gliedert sich dabei in die folgenden Teile:

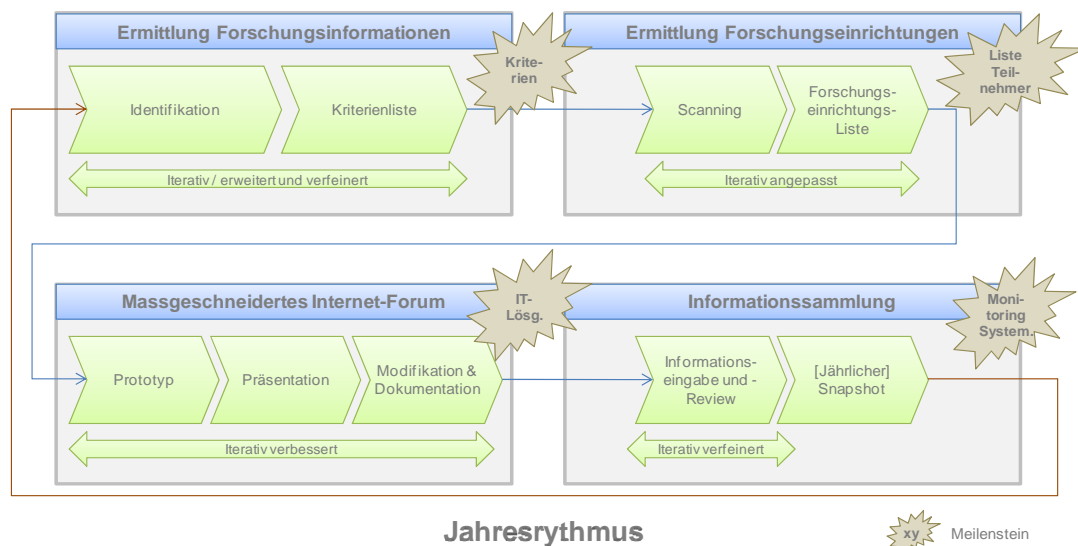


Abbildung 2: Projektablauf

### 3. Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Die folgenden Kapitel geben einen Überblick über die bisher bereits durchgeführten Arbeiten im Rahmen dieses herausfordernden Projekts.

#### 3.1 Ermittlung Forschungsinformationen

Im Jahr 2009 wurde der erste Hauptteil des Projekts, die Ermittlung der Kriterienliste zur Kategorisierung der SmartGrids-Forschungsarbeiten, erarbeitet. Die Hauptpunkte der Kriterienliste befinden sich auf der nachfolgenden Grafik.



Abbildung 3: Hauptpunkte der Kriterienliste für das SmartGrids-Forschungsmonitoring

Die Hauptpunkte der Kriterienliste aus der Abbildung 3 sind ausführlich im Jahresbericht 2009 erläutert, weshalb in diesem lediglich nachfolgend eine kurze Zusammenfassung gegeben wird.

- **Neue Methoden für das Systemdesign und die Integration von Kunden:**  
Forschung für die Formulierung von SmartGrids-Szenarios für darauf aufbauende Simulationen zur Erarbeitung einer Netz- bzw. Stromtransport-Systemausbaustrategie
- **Betriebliche Integration von verteilten Erzeugungsanlagen und aktiven Konsumenten:**  
Die neuen Chancen, aber auch die Risiken, die aus dem Anschluss von sehr vielen verteilten Erzeugungsanlagen im Niederspannungsnetz entstehen, müssen identifiziert und quantifiziert werden, um geeignete Gegenmassnahmen einleiten zu können, um auch in Zukunft eine hoher Versorgungssicherheit gewährleisten zu können.

- **Strategien und Massnahmen für das optimale Zusammenspiel von verteilter Erzeugung, Speicher und Verbrauchssteuerung**

Der massive Ausbau von dezentralen Stromerzeugungsanlagen im Verteilnetz erfordert eine höhere Automatisierung und viel mehr Koordination im Verteilnetz, wozu es neue Lösungsansätze benötigt, die die Integration von verteilten Erzeugungsanlagen, die Steuerung der Nachfrage und den Einsatz von Energiespeichern koordinieren.

Schliesslich ist es auch wichtig, die Vielzahl von Softwarelösungen im Zusammenhang mit der Einführung von SmartGrids miteinander zu vergleichen und bewerten zu können. Deshalb wäre es essentiell, ein Benchmarking-System für netzmodellbasierte SmartGrids Software-Applikationen zu entwickeln.

Nebst der Einführung von neuen Steuerungskonzepten und -werkzeugen ist auch der Ausbau von Speichern im Stromnetz und/oder bei bestimmten Geräte mit grossen Fluktuationen (z.B. Windräder) ein wesentliches Merkmal zukünftiger Netze, um damit die stärkere Fluktuation der Erzeugung, bedingt durch den massiven Einsatz von Wind- und Solarkraftwerken, ausgleichen zu können.

- **„Kunden-gesteuerte“ Märkte**

In diesem Themenkomplex gilt es, die Veränderungen des Verbrauchs bei den Kunden zu untersuchen.

- **Asset Management in der Energieübertragung und -verteilung**

Mit neuen Messungen, welche die SmartGrids-Technologie ermöglicht, sowie neuartigen Risikoabschätzmethoden soll die Restlebenszeit einzelner Komponenten des SmartGrids genauer vorhergesagt werden, um damit die Versorgungssicherheit zu erhöhen.

- **Zukünftige Stromnetze - neue Architektur und Werkzeuge**

Hier stehen Aspekte rund um den grenzüberschreitenden Energietransport im Vordergrund. Dabei ist eine zentrale Fragestellung, wie die Versorgungssicherheit und die Versorgungsqualität in Zukunft sichergestellt werden können, insbesondere, wenn es einerseits viel mehr verteilte kleine Stromerzeugungsanlagen und andererseits grosse erneuerbare Kraftwerke in klimatisch bevorzugten Gebieten geben wird.

- **Zukünftige Übertragungsstrecken über weite Distanzen**

Mit dem Ausbau von grossen neuen erneuerbaren Kraftwerken in klimatisch geeigneten Gebieten, wie beispielsweise grosse solar(thermische) Kraftwerke in Nordafrika oder grosse Windparks in der Nordsee, gibt es auch neue Herausforderungen an den Energietransport.

- **Systemdienstleistungen - nachhaltiger Betrieb und Automatisierung im Verteilnetz**

Bei diesem Thema sollen die Auswirkungen des SmartGrids auf den jederzeitigen Ausgleich zwischen dem Verbrauch und der Erzeugung von elektrischer Leistung festgehalten werden

- **Verbesserte Vorhersagetechniken für eine nachhaltige und sichere Stromversorgung**

Ziel dieses Punktes ist es, die Arbeiten rund um die Vorhersagetechnik zu erfassen.

- **Simulationsprogramme und Werkzeuge für den Betrieb von SmartGrids in Normal- und Störbetrieb**

Dieser Themenkomplex ist der Sicherheit von SmartGrids gewidmet, insbesondere dem Schutz von SmartGrids, mit der Ausbildung des SmartGrids Dispatchers und der Abwehr von Cyber-Attacken auf SmartGrids.

- **Werkzeuge für den Betriebsübergang des Übertragungsnetzes zum SmartGrids**  
Insbesondere sollen Projekte werden, welche die neuen Möglichkeiten der SmartGrids im Hinblick auf Online-Messungen im Verteil- wie auch Übertragungsnetz, aber auch bei den Netznutzern untersuchen.
- **Standardisierung**  
Es sollen Projekte berücksichtigt werden, welche die Tests von „Distributed Energy Resources“ (DER)-Anlagen harmonisieren und gemeinsame Standards für eine Interoperabilität der europäischen Energienetze erarbeiten.
- **Interface für den Konsumenten und Standardisierung**  
Diese Forschungsarbeiten befassen sich mit den neuen Handlungsmöglichkeiten durch den Strom- und Energiekonsumenten via Nutzung des bidirektionalen Datenaustausches, z.B. über Echtzeitpreise, Gerätesteuerung, etc., sowie die aktive Einbindung des Stromkonsumenten in die Entscheidungsprozesse.
- **Information und Kommunikation**  
Hier sollen insbesondere Projekte erfasst werden, die sich einerseits mit der Kommunikation zwischen den diversen Geräten bzw. Technologien in einem SmartGrids befassen und andererseits die Interoperabilität der im SmartGrids vorhandenen Geräten sicherstellen.
- **Multi-Energieträgersysteme**  
Forschungsprojekte zur Thematik des „Multi-Energy-Carrier-Systems“ und den dazugehörigen Planungs- und Betriebssystemen sollen hierbei in der SmartGrids-Monitoring-Datenbank festgehalten werden.
- **Speicher**  
Mit der Zunahme der Stromeinspeisung durch Kraftwerke basierend auf neuen erneuerbaren Energien, insbesondere der Wind- und Solarkraftwerke, deren Stromeinspeisung heutzutage noch unzureichend prognostizierbar ist und somit zu erheblichen Einspeiseleistungssprüngen führt, wird in Zukunft auch der Bedarf an Energiespeichern steigen.
- **Regulatorische Anreize und Barrieren**  
Hierbei sollen Projekte in der SmartGrids-Monitoring-Datenbank erfasst werden, die regulatorische Barrieren im heutigen Strom-/Energiesystem auf dem Weg zum SmartGrids identifizieren und entsprechende Gegenmassnahmen vorschlagen.
- **Neue Materialien und Technologien für SmartGrids**  
In der SmartGrids-Monitoring-Datenbank sollen auch Projekte erfasst werden, die neuartige Materialien, fortgeschrittene Kommunikationsmöglichkeiten und Datenmanagement und -verarbeitungssysteme für SmartGrids untersuchen.



## 3.2 Ermittlung Forschungseinrichtungen

Hauptziel der Arbeiten im Kalenderjahr 2010 war die Identifizierung von Forschungseinrichtungen, die sich mit regulatorischen, soziologischen, ökonomischen und/oder elektrotechnischen Herausforderungen auseinandersetzen. Mit Hilfe von Internetrecherche und Interviews konnten in ganz Europa Forschungseinrichtungen mit diesen Themenschwerpunkten identifiziert werden, wie im folgenden Bild ersichtlich ist.

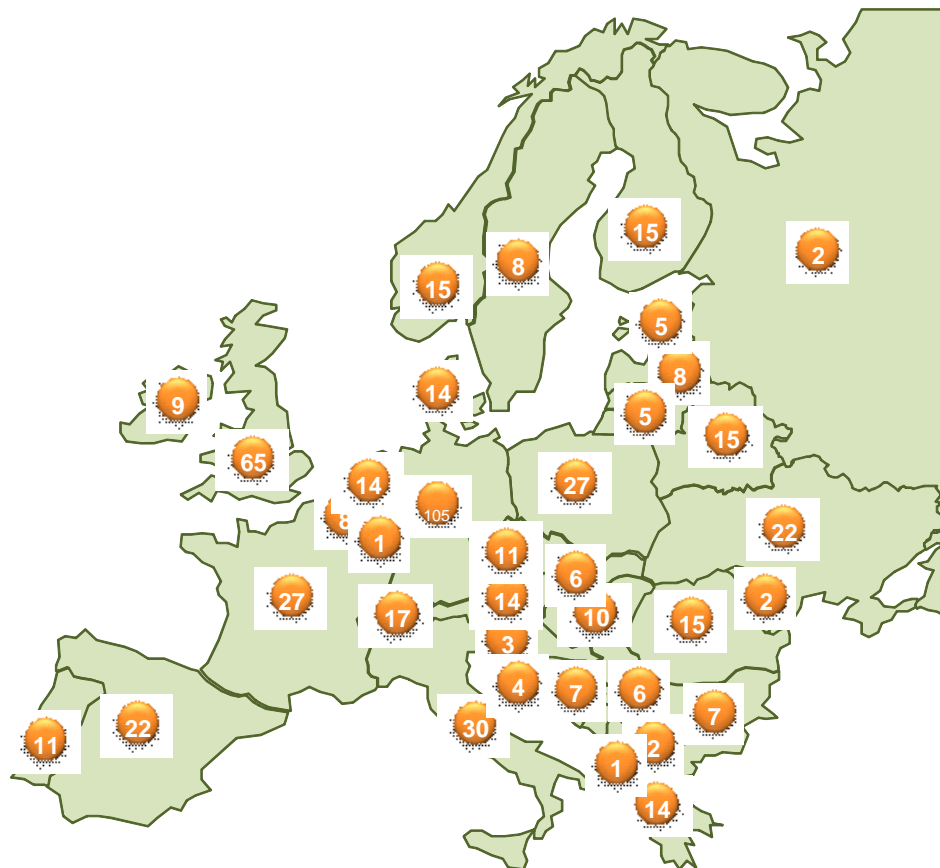


Abbildung 3: Forschungseinrichtungen in Europa, die sich mit Fragestellungen rund um (elektro-)technische, wirtschaftliche, regulatorischen und/oder soziale SmartGrids Aspekte auseinandersetzen

Ein Schwerpunkt bildete dabei die Suche nach solchen Forschungseinrichtungen in den alten Mitgliedsländern der europäischen Union, wo auch Fachhochschulen mit dem oben erwähnten Ausbildungsfokus gesucht wurden. In den Ländern des Balkans und Osteuropas beschränkte sich die Suche auf Universitäten und im Fall von Russland auf die beiden grössten Städte Moskau und Sankt Petersburg, die auf die Leute der restlichen Städte und Gebiete Russlands wie ein Magnet wirken und somit auch einen sehr hohen Ausbildungsstandard aufweisen.

In der Schweiz wurden die einzelnen Forschungseinrichtungen, d.h. Hochschulen, Universitäten, Fachhochschulen und auch industrielle Forschungseinrichtungen, zudem auch telefonisch kontaktiert. Hauptziel war dabei abzuklären, ob die Forschungseinrichtung auch Aktivitäten in den Bereichen aktives Netz bzw. SmartGrids hat und falls ja, welche Projekte aktiv dabei bearbeitet werden.

### 3.3 Massgeschneidertes Internetforum

Um die Informationen effizient und Benutzer-orientiert zu erhalten, wurde eine Internet-Lösung eingerichtet: <http://www.bacherenergie.com/log/?domain=smartgrids1>. In einem ersten Schritt (1) kann sich der Benutzer dort einen Account unter Nutzung der eigenen Email einrichten.

**Bacher Energie**

BACHER ENERGIE AG (BACHER ENERGY LTD)  
Ruststrasse 3a  
CH-5400 Baden  
Switzerland  
Email: [info@bacherenergie.ch](mailto:info@bacherenergie.ch)  
Web: <http://www.bacherenergie.ch>  
Ph: +41 56 483 59 30  
Fax: +41 56 483 59 30

**Mandatory service for domain smartgrids1**

(1) Service: Click to create a new account with your email (You will get a confirming message sent to your email.)

**Application services for domain smartgrids1**

(To login, you must use your email specified before in the above step (1))

(2) Round 1 - Enter and (later) change Name, Email, Projects and Web links to your SmartGrids research (technical, social, legal, economical, etc.)

Enter your own Email (this will be your login name):

**Your Input**

Push here to upload data

CANCEL

**Optional services for domain smartgrids1**

(To login, you must use your email specified before in the above step (1))

(3) Service: Did you forget your password? Obtain new password

(4) Service: Change/Add your own user data (postal address, phone) associated to your email-based account

(5) Service: Change account email to a new email (all data from current account will be transferred to new one)

(6) Service: Remove account with email

**Available documentation for domain smartgrids1**

(7) (pdf 226.77 kB)  
SmartGrids1\_Monitoring Round 1 - v1.0

Danach in Schritt (2) kann ein Nutzer nach Eingabe seiner Email und eines Passworts folgende Informationen angeben:

**Your Input**

Your E-Mail (cannot be changed here)

Name of your institution (university, company, etc.)

Department/Group /Section within this institution

Abbreviation (2-character) of country of your institution (CH, AT, .., see [list of country abbreviations](#))

Full postal address of your institution including zip-code, city and country (indicate exactly what you would write on an envelope sent to you from abroad)

Name of your institution (university, company, etc.), Department/Group/Section within this institution, Abbreviation (2-character) of country of your institution (CH, AT, ..), Full postal address of your institution including zip-code, city and country. Anschliessend werden Daten bis zu 10 SmartGrids-Projekten (pro Nutzer) eingeben:

Project 1: Name of SmartGrids project contact person (first and last name)

Project 1: Email of SmartGrids project contact person

Project 1: International phone number of SmartGrids project contact person   
Example: +41 56 493 59 30

Project 1: **SmartGrids** project name

Project 1: Five Keywords (or short sentences) related to this SmartGrids project (separate by ;)

Project 1: Web address(es) pointing to more information about this **SmartGrids** project (begin with http://..; separate with ;)

Project 1: Your comments

*Name of SmartGrids project contact person (first and last name), Email of SmartGrids project contact person, International phone number of SmartGrids project contact person, SmartGrids project name, Five Keywords (or short sentences) related to this SmartGrids project, Web address(es) pointing to more information about this SmartGrids project, Your comment.*

Diese Angaben können für bis zu 10 Projekte gemacht werden.

Die Resultate aller Eingaben werden danach durch Drücken des „Push“ Knopfes am Ende des Formulars an die zentrale Datenbank übermittelt.

Click on this button, after data has been entered in the fields above.  
Except for Email (username) and password entries, you can enter any subset of the entries later; you can also change any entry later: All is stored in a database

Click on this button, if you want to cancel the current operation  
Note: The current database will not be changed; all above field entries will be simply ignored

## 3.4 Resultate 2010

Die gezielte Kontaktierung der Forschungsgemeinschaft durch Internet-Recherchen, durch die Aussendung von Emails an die oben genannten Forschungsinstitutionen, die Kontaktierung von Programmleitern in diversen europäischen Ländern inkl. telefonische Kontakte hat im Jahr 2010 zu einer Roh-Sammlung von ca. 100 SmartGrids Projekten geführt. Eine erste Analyse zeigt, dass vielen Forschern unklar ist, was ein SmartGrids-Projekt ist, ob ihre Projekte ein SmartGrids Projekt darstellen oder nicht. Zudem werden oft Informationen in Originalsprache und nicht auf Englisch übermittelt. Die Qualität der übermittelten Angaben ist in einigen Fällen verbesserungswürdig.

Parallel werden im kommenden Jahr diverse Schritte unternommen werden:

- Findung und Kontaktierung neuer SmartGrids-Forscher an den erwähnten Forschungsinstitutionen durch bilaterale Kontaktaufnahme
- Kontaktierung der uns bekannten Forscher bzw. Forschergruppen zur Qualitätsverbesserung der bisherigen Angaben
- Aufruf zum Update der bisher eingegebenen Informationen
- Sobald ein qualitativ guter (Teil-)Satz von Informationen vorliegt, wird dieser Satz - in Absprache mit den Autoren - veröffentlicht werden.
- Danach wird die Charakterisierung der SmartGrids-Projekte vorgenommen werden.