



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
**Bundesamt für Energie BFE**

**Jahresbericht 27. November 2009**

---

# **Verluste von Frequenzumformern im Motorenbereich**

## **Potenzialabschätzung**

---

**Auftraggeber:**

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

**Auftragnehmer:**

Schnyder Ingenieure AG  
Bösch 23  
CH-6331 Hünenberg  
[www.schnyderingenieure.ch](http://www.schnyderingenieure.ch)

**Autoren:**

Gilbert Schnyder, Schnyder Ingenieure AG, [gilbert.schnyder@sing.ch](mailto:gilbert.schnyder@sing.ch)

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

**BFE-Programmleiter:** Roland Brüniger

**BFE-Vertrags- und Projektnummer:** 153975 / 103066

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

# Zusammenfassung

Im laufenden Berichtsjahr sind die Projektaktivitäten gestartet worden. Aufgrund der mit der ETH Zürich nicht konkretisierbaren Zusammenarbeit haben sich die Aktivitäten verzögert und Alternativen für die Erarbeitung der theoretischen Grundlagen mussten in Betracht gezogen werden. Ebenfalls ist mit Industriebetrieben geklärt worden, inwiefern konkrete Messungen der Rückwirkungen von Frequenzumformer auf das Verteilnetz durchgeführt werden können. Die Potenzialanalyse zur Erfassung der Rückwirkungen von FU-Anwendungen auf die Effizienz der Energieübertragung im Verteilnetz ist gestartet worden. Die Aufarbeitung der Resultate ist für das Frühjahr 2010 vorgesehen.

## Projektziele

Zur Erhöhung der Effizienz, bzw. für die Reduktion von Betriebskosten von Antriebssystemen mit elektrischen Motoren, werden Frequenzumrichter eingesetzt. Die heute eingesetzten Frequenzumrichter (FU) bestehen aus leistungselektronischen Anschnittsteuerungen, die Quellen von Oberschwingungen darstellen. Sofern die Oberschwingungen nicht mit Zusatzeinrichtungen im FU gefiltert werden, bewirken diese im speisenden elektrischen Verteilnetz Verluste. Diese Verluste schmälern die durch den FU angestrebten Effizienzsteigerungen. Nicht alle eingesetzten FU weisen Aktivfilter aus, die zur praktisch gänzlichen Reduktion der Oberschwingungen führen.

Ein vermehrter Einsatz von Frequenzumformern führt daher im schweizerischen Stromverteilnetz zu einem erhöhten Blindleistungsfluss und damit zu zusätzlichen Verlusten auf den Verteilnetzen.

Die übergeordnete Zielsetzung des Projektes ist die Quantifizierung des Potentials der Blindleistungsreduktion, das durch konsequente Anwendung effizienter Massnahmen gegen Netzrückwirkungen bei Frequenzumformern erzielt werden kann.

Als Resultat der Arbeiten werden Empfehlungen für die Beschaffung von FU für Antriebssysteme verschiedener zu definierender Leistungsklassen erarbeitet. Dabei ist aufzuzeigen:

- welche Kosten für den Investor durch den Einsatz von Oberschwingungsoptimierten FU entstehen;
- wie über Vorschriften und/oder Förderbeiträge der Einsatz von optimalen FU gesteigert werden kann

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Aufgrund vorhandener Statistiken über den Einsatz bestehender elektrischer Antriebssysteme und deren Ausrüstung mit Frequenzumrichter in der Schweiz wird derzeit in einer ersten Phase das Einsparpotenzial in GWh/Jahr durch vermehrten Einsatz von FU ermittelt. Dabei erfolgt eine Abschätzung der Antriebssysteme im Dauerlauf, die keinen Einsatz eines FU erfordern und dem verbleibenden Potenzial für einen Einsatz der FU. Beim verbleibenden Potenzial von Antriebssystemen wird eine weitere Unterteilung in wirtschaftlicher/nichtwirtschaftlicher Einsatz eines FU vorgenommen. Mit der Potenzialabschätzung sind folgende Resultate zu erreichen:

- die installierte Leistung an Frequenzumformern im schweizerischen Verbundnetz ist geschätzt, bzw. hochgerechnet;
- das Verhalten des Blindleistungsflusses, das durch verschiedene Frequenzumformer hervorgerufen wird, ist bekannt;

- das Verhalten der Netzrückwirkungen in unterschiedlichen Netztopologien ist bekannt;
- verschiedene Massnahmen zur Reduktion des durch Frequenzumformer hervorgerufenen Blindleistungsflusses sind bekannt;
- die Wirksamkeit von Massnahmen zur Reduktion des Blindleistungsflusses sind bekannt;
- die Kosten für die Umsetzung von Massnahmen gegen unerwünschte Blindleistungsflüsse sind abgeschätzt.

## Nationale Zusammenarbeit

Die mit der *ETH Zürich* geplante Zusammenarbeit im Bereich der Modellierung der Netzrückwirkungen von FU und deren Effekte auf die Übertragungsverluste konnte aufgrund der nicht erfolgreichen Suche eines Diplomanden nicht gestartet werden.

Mit der *HESO* wurde daher zur Suche einer alternativen Lösung der personellen Ressourcen Kontakt aufgenommen. Die *HESO* hat zwischenzeitlich eine Semester-/Diplomarbeit formuliert.

Ebenfalls sind Industriebetriebe zwecks Durchführung von konkreten Messkampagnen angefragt worden.

## Internationale Zusammenarbeit

Auf internationaler Ebene haben im Berichtsjahr keine Aktivitäten stattgefunden

## Bewertung 2009 und Ausblick 2010

Aufgrund der Tatsache, dass im laufenden Jahr die Zusammenarbeit mit der *ETH Zürich* noch nicht gestartet werden konnte, haben sich die ausgeführten Aktivitäten auf die Suche nach Alternativ-Varianten einer Zusammenarbeit mit anderen technischen Hochschulen und der Industrie konzentriert. Diesbezüglich hat sich mit der Aufgleisung einer Semester-/Diplomarbeit mit der *HESO* eine realisierbare Teilalternative angeboten. Ebenfalls haben die Kontakte zur Industrie Möglichkeiten zur Durchführung von konkreten Messungen zu Tage gefördert.

Im 2010 wird die Potenzialanalyse vertieft werden, die Modellierung der Rückwirkungen sollte mit der *ETH Zürich* lanciert und die Durchführung von praktischen Messungen mit der *HESO* und der Industrie umgesetzt werden.