

**März 2005**

# **Projekt Energieeffizienz von USV-Anlagen**

Schlussbericht

ausgearbeitet durch

Dr. G. Schnyder, P. Mauchle  
Schnyder Ingenieure AG  
Bösch 23  
6331 Hünenberg

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichtes verantwortlich.

Weitere Informationen über das Programm „Elektrizität“ des Bundesamts für Energie stehen auf folgender Web-Seite zur Verfügung:  
[www.electricity-research.ch](http://www.electricity-research.ch)

---

## INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung .....	1
Résumé.....	2
Summary .....	3
1. Einleitung .....	4
2. Organisation des Projektes.....	4
3. Dokumente zu USV-Anlagen.....	5
3.1. Übersicht .....	5
3.2. Erweiterung der Qualitäts-/Energieeffizienzkriterien .....	5
3.3. Aufbereitung der Grundlegendokumente für den Transfer in die Länder der EU .....	6
3.4. Normenaktualisierung.....	6
3.5. Planerbroschüre .....	7
3.6. Checkliste für die Ausschreibung von USV-Anlagen .....	7
3.7. Merkblatt: Optimierter Einsatz von USV-Anlagen .....	7
4. Wissenstransfer .....	8
5. Internationale Kontakte .....	8
5.1. Kontakte zum IEC Subcommittee SC22H .....	8
5.2. Kontakte zur EU Kommission .....	9
5.3. Weitere Kontakte .....	9
6. Bewertung der Projektarbeiten.....	9
7. Ausblick / Umsetzungsaktivitäten .....	10

8. Anhänge ..... 11

## ZUSAMMENFASSUNG

Die in früheren Projekten des BFE erstellten Dokumente bezüglich der Qualität und Energieeffizienz von USV-Anlagen aus den Jahren 1998 bis 2000 wurden gemeinsam mit einer Trendwatchgruppe USV-Anlagen überarbeitet und ergänzt. Die Trendwatchgruppe setzte sich aus Vertretern von Herstellern, Lieferanten und Planern von USV-Anlagen zusammen und gewährleistete somit die Aktualität der überarbeiteten Dokumente. Auch wurden neue Dokumente betreffend den energieeffizienten Einsatz von USV-Anlagen erstellt.

Die zentralen Dokumente, wie „Optimierter Einsatz von USV-Anlagen“, „Messverfahren für USV-Anlagen“, „Label für USV-Anlagen“ und die „Qualitäts-/Energie-Matrix“ wurden in die englische Sprache übersetzt. Diese in Englisch verfügbaren Dokumente bilden die Basis für die internationale Verbreitung der erarbeiteten Grundlagen über die Qualität und Energieeffizienz von USV-Anlagen. So nimmt die Schweiz seit 2003 im IEC Subcommittee SC22H Einsitz und kann an der Normierung von USV-Anlagen mitgestalten. Dank den vorhandenen englischen Versionen führten Kontakte zur EU-Kommission dazu, dass auf Basis der schweizerischen Arbeiten ein europäischer „Code of Conduct“ und ein Label für den Bereich USV-Anlagen entwickelt werden sollen. Das Dokument „Label for UPS-Systems“ des BFE wird von einem amerikanischen Projektteam verwendet, das im Auftrag der California Energy Commission die Verbesserung der Energieeffizienz für USV-Anlagen in Rechenzentren zum Ziel hat.

Nach dem Abschluss des Projektes „Energieeffizienz von USV-Anlagen“ wird die Schweiz weiterhin im SC22H vertreten sein und an der Ausarbeitung des europäischen „Code of Conduct“ und einem Label im Bereich USV-Anlagen mitwirken und somit die im Auftrag des BFE erarbeiteten Grundlagen bezüglich Qualität und Energieeffizienz von USV-Anlagen international verbreiten.

## RÉSUMÉ

Les documents concernant la qualité et l'efficacité énergétique d'appareils ASC, résultant de projets précédents de l'OFEN (années 1998 à 2000), ont été revus et complétés en collaboration d'un groupe de suivi "appareils ASC". Ce groupe se constitue de représentants de fabricants, livreurs et planificateurs d'appareils ASC. Il donne ainsi la preuve que les documents élaborés sont d'actualité. En outre, de nouveaux documents liés à l'engagement de l'efficacité énergétique des appareils ASC ont été créés.

Les documents principaux, comme "Engagement optimal des appareils ASC", "Processus de mesure d'appareils ASC", "Label pour appareils ASC" et "Matrice qualité et énergie" ont été traduits en langue anglaise. Ces documents, disponibles en anglais, forment la base d'une diffusion internationale de supports d'information sur la qualité et l'efficacité énergétique des appareils ASC. Depuis 2003, la Suisse siège au Subcommittee SC22H, pouvant ainsi collaborer à l'élaboration de la norme des appareils ASC. Grâce aux versions anglaises disponibles, les contacts avec la commission UE ont dévoilé qu'un "Code of Conduct" européen et un label pour le domaine des appareils ASC se devaient d'être développés sur la base des travaux Suisses. Le document "Label pour appareils ASC", publié par l'OFEN, sera utilisé par un groupe de projet américain, qui, sur mandat de la "California Energy Commission", a pour objectif l'augmentation de l'efficacité énergétique des appareils ASC dans les centres de calcul.

Après conclusion du projet "Efficacité énergétique des appareils ASC", la Suisse maintiendra sa présence au Subcommittee SC22H et collaborera à l'élaboration du "Code of Conduct" européen. En offrant son apport à un label dans le secteur des appareils ASC, elle contribuera à étendre les travaux sur la qualité et l'efficacité énergétique des appareils ASC au niveau international.

---

## SUMMARY

The documents compiled by the Swiss Federal Office of Energy in earlier projects concerning the quality and energy efficiency of uninterruptible power supply (UPS) systems dating from 1998 to 2000 have been revised and expanded in collaboration with a UPS Systems trend-watch group. In view of the fact that the trend-watch group comprised representatives of manufacturers, suppliers and planners of UPS systems, it was able to ensure that the content of the revised documents is fully up-to-date. At the same time a number of new documents were also compiled that deal with the energy-efficient use of UPS systems.

The central documents such as "Optimised use of UPS systems", "Measurement procedures for UPS systems", "Label for UPS systems" and "Quality/Energy matrix" have been translated into English. These documents in English form the basis for the international distribution of the studies and findings relating to the quality and energy efficiency of UPS systems. Switzerland has been a member of IEC Sub-Committee SC22H since 2003, and is thus able to play a role in the definition of standards for UPS systems. Thanks to the available English versions, contacts with the EU Commission have resulted in the planned development of a European code of conduct and a label for UPS systems on the basis of the studies carried out in Switzerland. The Swiss Federal Office of Energy's document entitled "Label for UPS systems" is being used by an American project team that is examining ways to improve the energy efficiency of UPS systems in computer centres on behalf of the California Energy Commission.

After the "Energy efficiency of UPS systems" project has been concluded, Switzerland will remain a member of SC22H and will be involved in the formulation of the European code of conduct and the development of a label for UPS systems, and will thus continue to internationally distribute the results of the studies concerning the quality and energy efficiency of UPS systems that were carried out on behalf of the Swiss Federal Office of Energy.

# 1. EINLEITUNG

Das Projekt „Energieeffizienz von USV-Anlagen“ basierte auf den BFE-Projektarbeiten „Parameteridentifikation und Messverfahren für USV-Anlagen“ aus den Jahren 1998 und 1999 sowie den erstellten Grundlagen für eine Selbstdeklaration, bzw. für die Erstellung eines Labels für USV-Anlagen aus den Jahren 1999 und 2000.

Das Ziel des Projektes bestand darin, die bisher erarbeiteten Grundlagen über die Auslegung, Qualität, Energieeffizienz und den Betrieb von USV-Anlagen zu aktualisieren und für die Anwendung in den Ländern der Europäischen Union aufzubereiten.

Im Verlaufe des Projektes wurde erkannt, dass weitere Dokumente, die einzelne Aspekte der Grundlagen vertieft behandeln, erstellt werden müssen. Neue Dokumente wurden erarbeitet, soweit dies im Rahmen des Projektes möglich war.

Mit der Bildung einer Trendwatchgruppe USV-Anlagen wurden Schweizer Hersteller und Lieferanten von USV-Anlagen formell in die Projektaktivitäten miteinbezogen.

# 2. ORGANISATION DES PROJEKTES

In die Projektaktivitäten ist neben Schnyder Ingenieure AG ebenfalls eine Arbeitsgruppe bestehend aus Schweizer Herstellern und Lieferanten von USV-Anlagen sowie ein Planer von USV-Anlagen miteinbezogen. Das Fortbestehen dieser Arbeitsgruppe über die Projektaktivitäten hinaus, ist mit der Initialisierung der Trendwatchgruppe USV-Anlagen im September 2003 erfolgt.

Folgende Hersteller und Lieferanten von USV-Anlagen sind in der Trendwatchgruppe USV-Anlagen vertreten:

- ALMAT AG
- ATC Advanced Technology Center
- EHAG Electronic Hardware AG
- Emerson
- GUTOR Electronic AG
- GE Digital Energy
- MGE UPS Systems AG
- Rotronic AG
- Service Net AG
- Sicon Socomec AG

Als Vertreter der Planer von USV-Anlagen wirkt Amstein + Walthert AG in der Trendwatchgruppe mit.

Die Aufgabe der Trendwatchgruppe „USV-Anlagen“ im Rahmen des Projektes war, Stellungnahme zu den von Schnyder Ingenieure AG erstellten oder überarbeiteten Dokumente zu nehmen und Anregungen aus der Hersteller-, Lieferanten- und Planer-Sicht einzubringen.

### 3. DOKUMENTE ZU USV-ANLAGEN

#### 3.1. ÜBERSICHT

Im Verlaufe des Projektes wurden die bestehenden Dokumente zu USV-Anlagen aktualisiert, ergänzt und einige umfangreiche, bestehende Dokumente in die englische Sprache übersetzt. Zudem wurden auch neue Dokumente erstellt. Die Übersicht der aktuellen Dokumente ist aus Abbildung 1 ersichtlich.

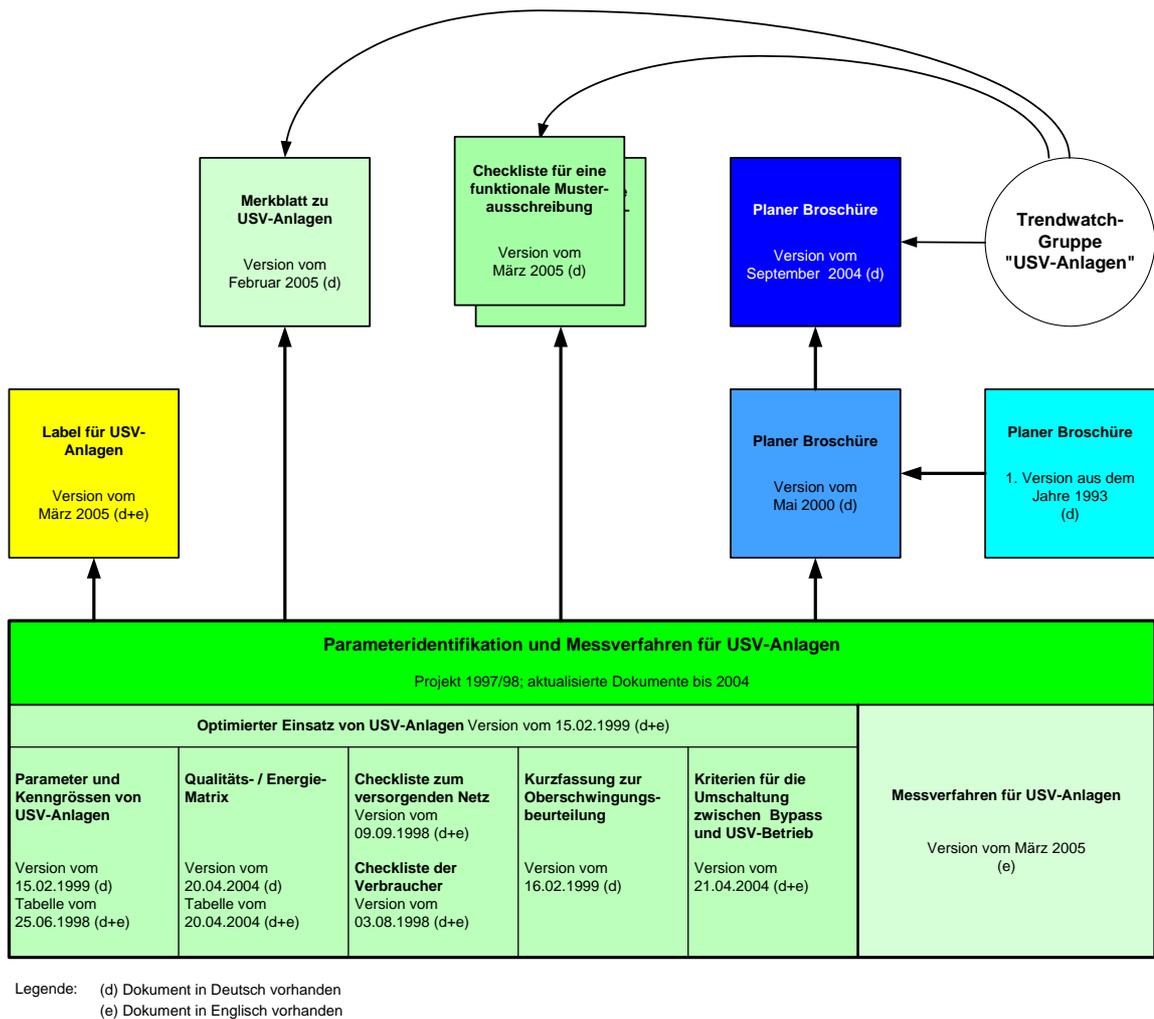


Abbildung 1: Übersicht über die aktuellen USV-Dokumente

Im Folgenden werden die Aktualisierungen, die Ergänzungen und die neuen USV-Dokumente zusammenfassend erläutert.

#### 3.2. ERWEITERUNG DER QUALITÄTS-/ENERGIEEFFIZIENZ-KRITERIEN

Für die Ermittlung der Verluste im Standby-Modus wurde eine, den bisherigen Prozeduren zur Bestimmung der Parameter von USV-Anlagen äquivalente, Methodik entwickelt. Die Präzisierung der Kriterien für die Umschaltung zwischen Bypass- und USV-Betrieb hinsichtlich der An-

forderungen an die Steuerung von USV-Anlagen ist ein weiterer Bestandteil der ausgeführten Arbeiten.

Die in den Vorgängerprojekten erstellten Dokumente „Qualitäts-/Energie-Matrix“, „Messverfahren“ und „Label für USV-Anlagen“ sind im Rahmen der Projektaktivitäten mit Angaben bzw. der Methodik für die Ermittlung der Verluste im Standby-Modus ergänzt worden. In Abstimmung mit der Arbeitsgruppe sind die Ergänzungen und Umformulierungen diskutiert und wie folgt festgelegt worden:

- Der Standby-Modus entspricht dem Betrieb der USV-Anlage ohne Last. Dabei steht am Ausgang die Nennspannung an, der Ausgangsstrom ist Null. Ein Strombezug am Ausgang durch plötzliche Belastung ist jeder Zeit ohne Verzögerung möglich.
- Der Standby-Modus ist bei den beiden Betriebsarten „Betrieb über USV“ und „Betrieb über Bypass“ möglich.
- Im Label für USV-Anlagen werden die Energieverluste für 2'000 Stunden Standby-Modus pro Jahr aufgenommen. Dies entspricht ungefähr 6 Stunden Standby-Zeit pro Tag.
- Als Kriterium für die Umschaltung zwischen „Betrieb über USV“ und „Betrieb über Bypass“ wird die Grösse der Last am Ausgang der USV-Anlage festgelegt, d.h. der Ausgangsstrom bestimmt die Betriebsart. Dabei kann der Stromgrenzwert für die Umschaltung vom Anlagenbetreiber bestimmt werden.

### **3.3. AUFBEREITUNG DER GRUNDLAGENDOKUMENTE FÜR DEN TRANSFER IN DIE LÄNDER DER EU**

Die Dokumente der Vorgängerprojekte sind in die Englische Sprache übersetzt worden. Die folgenden mit dem Standby-Modus und den Kriterien für die Umschaltung des Betriebes ergänzten Dokumente sind in englischer Sprache vorhanden:

- Optimised use of UPS Systems incl. annexes
  - . Parameters and Specifications of UPS Systems
  - . Quality/energy matrix (Q/E matrix)
  - . Mains supply checklist
  - . Electrical devices checklist
  - . Criteria for switching between bypass and UPS mode
- Testing procedures for UPS Systems
- Label for UPS System

### **3.4. NORMENAKTUALISIERUNG**

In den USV-Dokumenten werden mehrere internationale Normen aufgeführt, vor allem in der Q/E-Matrix und im Messverfahren. Sämtliche in den Dokumenten aufgeführten Normen wurden aktuellen internationalen Normenbezeichnungen angepasst.

### **3.5. PLANERBROSCHÜRE**

Die Planerbroschüre, d.h. das Dokument „Energieoptimierte Planung und Betrieb von USV-Anlagen; Ein Leitfaden für Planer und Betreiber“ wurde überarbeitet und in den folgenden Themen ergänzt:

- Überwachung der USV-Anlage
- Verfügbarkeit
- Modularer Aufbau
- Energiebilanzen von zentraler und dezentraler USV-Versorgung
- Rotierende USV-Anlagen

### **3.6. CHECKLISTE FÜR DIE AUSSCHREIBUNG VON USV-ANLAGEN**

Eine Checkliste zur Erstellung einer funktionalen Musterausschreibung wurde ausgearbeitet. Darin wird aufgezeigt, welche Grundlagen für die Versorgung von USV berechtigten Verbrauchern ermittelt werden müssen, um anschliessend die benötigte USV-Anlage spezifizieren zu können. Die funktionale Musterausschreibung ist so ausgestaltet, dass die Funktionen und Leistungen der USV-Anlage definiert werden. Die USV-Anlage selbst wird als „Blackbox“ betrachtet, d.h. die Technologie wird in der Ausschreibung nicht vorgegeben.

### **3.7. MERKBLATT: OPTIMIERTER EINSATZ VON USV-ANLAGEN**

In einem ersten Merkblatt zu USV-Anlagen wird der Inhalte des Dokumentes „Optimierter Einsatz von USV-Anlagen“ konzentriert auf vier A4-Seiten wiedergegeben. Mit diesem Merkblatt sollen die Planer und Betreiber von USV-Anlagen darauf hingewiesen werden, dass die detailliert Kenntnis der Anforderungen und der Qualität der Verbrauchern wie auch des Netzes die Basis für einen optimierten und Kosten sparenden Einsatz der USV-Anlagen bilden.

## 4. WISSENSTRANSFER

Im Mai 2003 hat im Anschluss an die Generalversammlung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins electrosuisse eine BFE / ITG / ETG-Informationstagung zum Thema Energie und Informatik stattgefunden. Anlässlich dieser Tagung konnten Anwender von USV-Anlagen über den Zusammenhang von Energieeffizienz und Qualität von USV-Anlagen sensibilisiert werden. Eine erste bedeutsame Abklärung ist die Erfordernis einer USV-Versorgung wie dies im Schema der Abbildung 2 dargestellt ist.

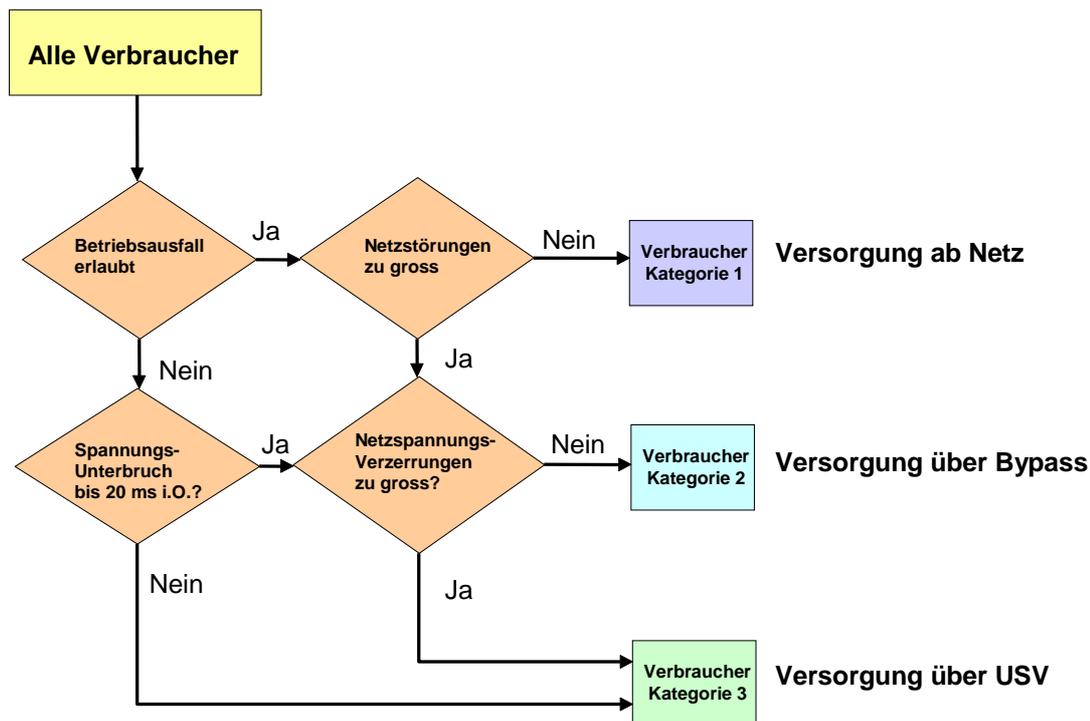


Abbildung 2: Schema zur Beurteilung der Notwendigkeit und der Qualität einer Versorgung über USV-Anlagen

Ein dauernder Wissenstransfer erfolgt zudem in der Trendwatchgruppe USV-Anlagen zwischen Hersteller, Lieferant und Planer von USV-Anlagen.

## 5. INTERNATIONALE KONTAKTE

### 5.1. KONTAKTE ZUM IEC SUBCOMMITTEE SC22H

Mit dem IEC Subcommittee SC22H, welches sich mit der Normierung von USV-Anlagen beschäftigt, wurde über dessen Sekretär J.-P. Beudet Kontakt aufgenommen.

Die vom BFE erarbeiteten und in die englische Sprache übersetzten Grundlagen betreffend die Qualität und die Energieeffizienz von USV-Anlagen sind vom Präsidenten des IEC Subcommittee SC22H an dessen Mitglieder zu einer ersten Beurteilung versandt worden. Wie

weit die eingereichten Grundlagen in die laufende Revision der IEC 62040-3 einfließen werden, ist noch offen. Im Jahre 2006 soll eine neue Version der IEC 62040-3 vorliegen.

Die Schweiz nimmt seit 2003, vertreten durch Herrn Daniele Gaia von der Firma *GE Digital Energy* im SC22H Einsitz.

## 5.2. KONTAKTE ZUR EU KOMMISSION

Eine weitere Möglichkeit zur Verbreitung der im Auftrag des BFE erarbeiteten Grundlagen zum Thema der Energieeffizienz von USV-Anlagen eröffnete sich mit dem Kontakt zum zuständigen EU-Vertreter Dr. P. Bertoldi. Vorgespräche mit ihm und diverse bilaterale Abklärungen haben ergeben, dass die EU grundsätzlich bereit ist, auf der Basis der schweizerischen Arbeiten einen europäischen „Code of Conduct“ und ein Label für den Bereich USV-Anlagen zu entwickeln.

## 5.3. WEITERE KONTAKTE

Interesse am Label für USV-Anlagen zeigt auch die California Energy Commission (CEC) und das Lawrence Berkley National Laboratory welche an einem Energieeffizienz Projekt für USV-Anlagen in Rechenzentren arbeiten. Auf die Anfrage von Dr. Arshad Mansoor der EPRI PEAC Corporation wurden die englischen USV-Dokumente des BFE diesem Projekt zur Verfügung gestellt. Im Rahmen dieses Projektes ist das Dokument „Label for UPS-Systems“ des BFE auf der entsprechenden Internetseite ([http://hightech.lbl.gov/ups\\_documents.html](http://hightech.lbl.gov/ups_documents.html)) verfügbar.

Der EPA, U.S. Environmental Protection Agency, die für das Label „Energy Star“ zuständig ist, wurden die englischen Dokumente ebenfalls zugestellt.

# 6. BEWERTUNG DER PROJEKTARBEITEN

Die Dokumente des BFE bezüglich USV-Anlagen wurden in Zusammenarbeit mit der Trendwatchgruppe USV-Anlagen überarbeitet und erweitert, so dass sie dem aktuellen Stand der Technik entsprechen.

Mit den Übersetzungen der zentralen USV-Dokumente des BFE in die englische Sprache konnte die Basis für eine internationale Verbreitung der erarbeiteten Grundlagen über die Qualität und Energieeffizienz von USV-Anlagen gelegt werden. Vor allem durch die Integration der Schweiz in das IEC Subcommittee SC22H und die viel versprechenden Kontakte zur EU-Kommission.

Mit dem Beitrag anlässlich einer Fachveranstaltung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins electrosuisse erfolgte im Rahmen einer BFE / ITG / ETG-Informationstagung eine weitere Sensibilisierung der Anwender von USV-Anlagen hinsichtlich Qualität und Energieeffizienz von USV-Anlagen.

---

## 7. AUSBLICK / UMSETZUNGSAKTIVITÄTEN

Nach dem Abschluss des Projektes „Energieeffizienz von USV-Anlagen“ sind folgende Aktivitäten weiterhin wichtig:

- Ausarbeitung eines europäischen „Code of Conduct“ und eines Labels für den Bereich USV-Anlagen.
- Weiterführung der Kontakte zur IEC und weiteren internationalen Gremien.
- Fortführung der Aktivitäten für den Wissenstransfer über die Qualität und Energieeffizienz in der Schweiz mittels eines Marketingkonzepts.

---

## 8. ANHÄNGE

- Anhang 1: Optimierter Einsatz von USV-Anlagen
- Anhang 2: Optimised use of Uninterruptible Power Supply Systems
- Anhang 3: Test and Measurement Procedures to set up the Quality-/Energij-Matrix for UPS
- Anhang 4: Label für USV-Anlagen
- Anhang 5: Label for UPS Systems
- Anhang 6: Energieoptimierte Planung und Betrieb von USV-Anlagen  
(Ein Leitfaden für Planer und Betreiber)
- Anhang 7: Checkliste für die Ausschreibung von USV-Anlagen  
(Funktionale Musterausschreibung)
- Anhang 8: Checkliste für die Ausschreibung von kleinen USV-Anlagen  
(Funktionale Musterausschreibung)
- Anhang 9: Merkblatt: Optimierter Einsatz von USV-Anlagen