

Die Teflonpfanne der Photovoltaik

Automatische Freischaltvorrichtung für kleine BHKW, Wasser- und Windkraftwerke und neuartige Fehlerstrom-Schutzschalter

*Klaus-Wilhelm Köln
UfE GmbH
Dorfstr. 16, D-39615 Wanzer*

Einleitung:

Hintergrund - Es muss aus Sicherheitsgründen die Möglichkeit bestehen, Stromversorgungsnetze, oder Teile davon spannungsfrei zu schalten. Neben dem Abschalten der Verbindung zum zentralen Energieversorgungsweg müssen in der Regel auch kleinere, dezentrale Erzeugungseinrichtungen abgeschaltet werden können, um Spannungsfreiheit sicher zu stellen. Selbsttätige Freischaltvorrichtungen als Ersatz für die "jederzeit dem EVU zugängliche Freischaltstelle" sind ursprünglich für die PV-Systemtechnik entwickelt worden. Es ging dabei um die Einführung von drei wesentlichen Neuerungen:

- Überwachung der Netzimpedanz um auch bei Leistungsgleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch eine ungewollte Inselbildung zu erkennen.
- Fail-Safe-Technik (Kategorie 3) um einen sicheren Betrieb auch ohne Wiederholungsprüfungen zu gewährleisten.
- Selbsttätige Funktion der Freischaltvorrichtung.

Inzwischen werden selbsttätige Freischaltvorrichtungen auch außerhalb der PV-Systemtechnik eingesetzt.

Entstehungsgeschichte:

1991

PV-Wechselrichter der UfE GmbH (NEG1500) werden als einzige mit einem besonderem Schutz gegen ungewollte Inselbildung ausgerüstet. Neben der üblichen Überwachung von Netzspannung und Netzfrequenz wird zusätzlich die Netzimpedanz überwacht. Es wurden in der folgenden Zeit eine Reihe von Untersuchungen auch zum Inselbildungsverhalten (islanding) von Netzwechselrichtern durchgeführt, wobei sich herausstellte, dass dieses Gerät auch bei feinsten Abstimmungen des Leistungsgleichgewichts keinerlei Neigung zu unkontrollierter Inselbildung zeigte. Bei anderen Geräten kam es trotz Frequenz- und Spannungsüberwachung zu ungewollter Inselbildung. Um die Durchführung des 1000-Dächer PV- Förderprogramms nicht zu erschweren, wurde für kleine PV-Anlagen bis 5kWp auf die "jederzeit dem EVU zugängliche Trennstelle" verzichtet und stattdessen eine dreiphasige Spannungsüberwachung gefordert, auch wenn diese sicherheitstechnisch nicht als Ersatz für die Trennstelle gelten konnte.

1994

ENS-Richtlinie wird erarbeitet.

Die geringere Sicherheit der dreiphasigen Unterspannungsauslösung konnte aber für eine neue Technologie, die weite Verbreitung finden sollte, nicht hingenommen werden. Da es Hinweise gab, (die Tests mit dem NEG 1500) dass das Problem der unkontrollierten Inselbildung mit Hilfe der Impedanzüberwachung lösbar sein könnte, entstand unter der Federführung der Berufgenossenschaft für Elektro- und Feinwerktechnik in Köln eine Arbeitsgruppe an der neben der Berufgenossenschaft (BG) eine Reihe von Wechselrichterherstellern und Energieversorgern beteiligt waren. Zielsetzung war, eine neue Sicherheitstechnik für kleine PV-Anlagen zu erarbeiten, die einer zukünftigen weiten Verbreitung der dezentralen Sonnenenergienutzung im Stromnetz gerecht wird. Dabei gab es sehr ehrgeizige Vorgaben: Die neue Technik sollte mit dem Anschluss von nur einer Phase auskommen, völlig selbsttätig funktionieren, und die Funktionssicherheit sollte auf die Dauer sichergestellt sein, ohne die bisher nötigen Wiederholungsprüfungen. Erste Ergebnisse dieser Arbeit waren **1994** ein erster Richtlinienentwurf der BG und eine rege Entwicklungstätigkeit bei verschiedenen Firmen, so dass auch die ersten Geräte mit der neuen Technik erprobt werden konnten. 1997 war die ENS (Einrichtung zur Netzüberwachung mit zugeordneten allpoligen Schaltern) in Wechselrichtern und als Zentral-ENS für modulare PV-Systemtechnik schon weit verbreitet.

1998 waren die meisten netzgekoppelten PV-Anlagen mit ENS ausgestattet und die ENS- Richtlinie wurde in ihrer Fassung überarbeitet (Normentwurf DIN VDE 0126).

Die ursprüngliche ENS-Richtlinie war nur für kleine PV-Anlagen gedacht, aber die Vorzüge einer selbsttätigen und auf Dauer sicheren Freischalteinrichtung führten dazu, dass die Anwendung auf alle Stromerzeugungsanlagen bis zu einer Leistung von 30 kVA erweitert wurde.

Kostenvergleich zwischen neuer und bestehender Technik:

Kosten der selbsttätigen Freischalteinrichtung:	Kosten der "jederzeit dem EVU zugänglichen Trennstelle"
Etwas 700 DM (in Anlagensteuerung eines kleinen Serien-BHKW integriert)	Über 3000 DM für eine Freischalteinrichtung an der Grundstücksgrenze plus den Kosten für die zusätzlich vorgeschriebene Spannungs- und Frequenzüberwachung
oder	oder
bis 1500 DM pro Anlage (als externes Einzelgerät)	ca. 500 - 800 DM (Schalter im Keller und Kellerschlüssel für das EVU, Überwachungsschaltungen in der Anlagensteuerung eines Serien-BHKW integriert.

Technik:

In der ENS30 der UfE-GmbH sind folgende Überwachungsfunktionen integriert:

- ✓ Spannungsüberwachung L1 L2 L3 Abschaltung bei $U < 80\% U_n$ oder $U > 115\% U_n$
- ✓ Frequenzüberwachung L1 L2 L3 Abschaltung bei $\pm 0,2$ Hz
- ✓ Phasensymmetrie L1 L2 L3 Abschaltung bei $\pm 10^\circ$ Abweichung
- ✓ Impedanzsprung L1 L2 L3 Abschaltung bei $dZ > 0,5$ Ohm

Bei der Frequenz und Spannungsüberwachung sieht die Norm eine Reaktionszeit von 0,2 s vor, da bei einer Abweichung von 0,2 Hz schon die Abschaltung erfolgen soll, ist eine sehr präzise und schnelle Technik gefordert. Die größere Herausforderung liegt allerdings in der Anforderung, dass es auch bei einem stark durch Störungen belasteten Netz nicht zu Fehlauflösungen kommen soll.

Einige Fehlauflösungen pro Tag waren bei den kleinen PV-Anlagen noch kein allzu großes Problem, bei anderen Anwendungen kann man schon nicht mehr von einem störungsarmen Betrieb sprechen. Bei 3 Phasen und wesentlich höherem Störpegel eine wesentlich bessere Verfügbarkeit zu erreichen, stellt neue Anforderungen an die Technik. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Entwicklung von "lernfähigen" Geräten, die in der Lage sind, die typischen an einen Netzpunkt vorkommenden Störgrößen zu tolerieren, ohne dass die Sicherheitsfunktion beeinträchtigt wird.

Auch die Größe und Häufigkeit von energiereichen Überspannungsimpulsen stellt hohe Anforderungen.

Betriebserfahrungen:

Der Betrieb von rotierenden Maschinen (meist Asynchrongeneratoren) hat zunächst kaum störende Einflüsse auf die Messungen. Bei Schaltvorgängen kann es zu Überspannungsimpulsen kommen, die beherrscht werden müssen. Bei BHKW mit Frequenzumrichtern kann es zu Rückwirkungen auf die ENS - Messungen kommen, wenn die Stromqualität des Umrichters schlecht ist. Mit geeigneter Mess- und Auswertetechnik lassen sich diese Schwierigkeiten aber bewältigen. An Netzpunkten mit durchschnittlichem Pegel von Störungen kommt es bei der ENS30 praktisch nicht mehr zu Fehlauflösungen.

Damit ergaben sich zwar neue Anwendungsbereiche aber auch völlig neue Anforderungen an die Technik. Da kleine BHKW oft in Industriebetrieben eingesetzt werden, kommt es nicht nur zu Netzzurückwirkungen der Anlagen selbst, sondern auch zu Rückwirkungen der in dem Betrieb eingesetzten Maschinen. Solch ein Netzpunkt ist oft mit 10-mal höheren Störungen belastet als ein typisches Hausnetz, wo die meisten Erfahrungen mit der ENS bereits gemacht wurden.

Neuartige Fehlerstromschutzschalter:

Die VDE 0126 fordert für trafolose PV-Wechselrichter gleichstromsensitive FI's. Dabei bezieht sich der einzuhaltende Grenzwert von 30 mA nicht mehr als üblich auf einen absoluten Wert, sondern auf eine sprunghafte Erhöhung durch einen Fehler.

Ein langsam ansteigender, betriebsbedingter Ableitstrom bis zu 60 mA pro kVA darf toleriert werden. Auch bei diesen Geräten ist ohne Prüftaste und ohne regelmäßige Wiederholungsprüfungen die funktionale Sicherheit gewährleistet. Ein Teil dieser Neuerungen wurde auch für die Entwicklung von sichereren Fi's für andere Anwendungen aufgegriffen.

Marktpotential:

Da die ENS-Technik für 3-phasige Anwendung noch nicht lange zur Verfügung steht, ist das Potential nur schwer abzuschätzen. Wenn sich die Technik bewährt, wird sie in den meisten Erzeugungsanlagen bis 30kW eingesetzt werden können, da sie nicht nur technische und logistische Vorteile gegenüber der manuellen Trennstelle hat, sondern in den meisten Fällen auch noch weniger kostet. Daher könnten schon in den nächsten Jahren mehrere Tausend Einheiten allein für kleine Kraft-Wärme-Anlagen zum Einsatz kommen. Wenn die Brennstoffzellentechnik soweit entwickelt ist, dass sie für den Hausgebrauch "einsetzbar ist, wird eine noch größere Zahl von Eigenerzeugungsanlagen mit einer geeigneten Netzüberwachung auszurüsten sein.