

Das Zusammenspiel von Photovoltaikanlage, Windkraftanlage und Brennstoffzelle demonstriert den Weg zur vollkommen sauberen und ganzjährig zuverlässigen Stromversorgung, die dem technischen Fachpublikum sowie der interessierten Öffentlichkeit gezeigt werden kann. »Gläserne« Technikräume mit Erläuterungstafeln geben dem Besucher einen Einblick in die Technologie.

Photovoltaikgenerator: 3,8 kWp  
Windrad: 1,8 kW  
Brennstoffzelle: 4 kW  
Energieinhalt einer Wasserstoffflasche: 26 kWh  
Dieselgenerator: 12 kW  
Ladegerät: 5,8 kW  
Batterie: 45 kWh  
2 Wechselrichter: 5 kW und 7 kW  
Jahresstromverbrauch: ca. 4000 kWh  
Photovoltaikanteil: ca. 65 %  
Windkraftanteil: ca. 10 %  
Brennstoffzellenanteil: ca. 25 %

### Rappenecker Hütte

Rappeneck 1  
79254 Oberried  
Telefon +49 163 4366504  
Familie Behringer  
[www.rappenecker-huette.de](http://www.rappenecker-huette.de)

### Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Heidenhofstraße 2  
79110 Freiburg  
Dipl.-Ing. Georg Bopp  
Telefon +49 761 4588-5281  
[georg.bopp@ise.fraunhofer.de](mailto:georg.bopp@ise.fraunhofer.de)

### Das Projekt wird aktuell gefördert von

- Familie Riesterer, Oberried  
[Steiertbartlehof@t-online.de](mailto:Steiertbartlehof@t-online.de)
- basi Schöberl GmbH & Co. KG, Rastatt  
[www.basigas.de](http://www.basigas.de)
- FutureE, Nürtingen  
[www.future-e.com](http://www.future-e.com)
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg  
[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)  
[www.netzfern.de](http://www.netzfern.de)

## DIE RAPPENECKER HÜTTE IM 21. JAHRHUNDERT



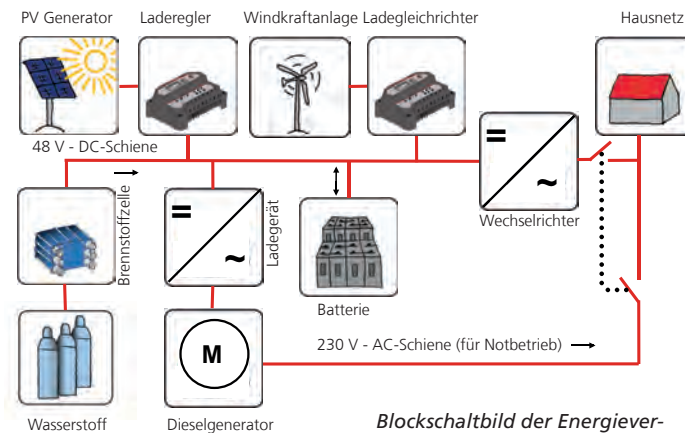
## PV-HYBRIDSYSTEM MIT BRENNSTOFFZELLE

Die Rappenecker Hütte, ein netzfern gelegener Wandergasthof, feiert 2012 ihr 350-jähriges Jubiläum. Seit 1987 bezieht sie ihren Strom aus einer von der EU geförderten Photovoltaikanlage. 1990 kam ein vom Bundesforschungsministerium gefördertes Windrad hinzu.

Der Gebrauch des Dieselgenerators wurde dadurch drastisch reduziert. 2003 erhielten Sonne und Wind Verstärkung durch eine Brennstoffzelle, gefördert mit Mitteln des Innovationsfonds des regionalen Energieversorgers badenova. Ziel war, den Dieselgenerator mittelfristig vollständig durch umweltfreundliche Technik zu ersetzen. Mit hohem elektrischem Wirkungsgrad, lokal schadstofffrei und leise, wurde mit der wasserstoffbetriebenen PEM-Brennstoffzelle eine richtungsweisende Zukunftstechnik installiert. Wieder nahm die Rappenecker Hütte eine Vorreiterrolle ein und wurde Wegbereiter für Systeme in der ganzen Welt.

2012 stellt die Firma FutureE eine neue Brennstoffzelle samt Peripherie kostenlos zur Verfügung. Das Brennstoffzellensystem erreicht einen Wirkungsgrad von 55 %. Zum Vergleich: Der Wirkungsgrad eines Dieselgenerators erreicht maximal 15 %. Konzeption und Planung all der Anlagen und Innovationen erfolgten durch das Fraunhofer ISE.

Die Brennstoffzellentechnologie basiert auf einem nahezu 200 Jahre bekannten elektrochemischen Prozess. Dennoch kann die Technologie als jung bezeichnet werden, da erst in den letzten Jahren Verfahren und Werkstoffe für die Entwicklung von breit einsetzbaren Produkten zur Verfügung stehen. In einer Brennstoffzelle werden Wasserstoff und Sauerstoff kontrolliert und mit hohem elektrischem Wirkungsgrad in Strom umgewandelt, wobei auch die entstehende Wärme genutzt werden kann.



Blockschaltbild der Energieversorgung der Rappenecker Hütte.

## VORTEILE VON BRENNSTOFFZELLEN GEGENÜBER DIESELGENERATOREN

In der Rappenecker Hütte wird eine Polymer-Elektrolyt-Membran-(PEM)-Brennstoffzelle verwendet. Sie wird mit reinem Wasserstoff und Luftsauerstoff betrieben.

Der Einsatz von Brennstoffzellen erlaubt gegenüber dem Einsatz von Dieselgeneratoren eine mehr als doppelt so hohe Effizienz bei der Stromerzeugung. Der Primärenergieeinsatz kann so halbiert werden. Brennstoffzellen sind prinzipbedingt sehr wartungsarm. Damit entfallen die hohen Kosten für die Wartung der Dieselgeneratoren.

Gerade in ökologisch sensiblen Bergregionen ist die Reduzierung der Grundwasser- und Umweltgefährdung durch den Austritt von Diesel vor allem beim Transport wichtig. Bei der hier verwendeten Brennstoffzelle wird Wasserstoff aus Gasflaschen eingesetzt. Langfristig besteht die Option und Notwendigkeit, Wasserstoff aus regenerativen Energiequellen bereit zu stellen und damit den Ausstoß klimaschädigender Stoffe auf Null zu senken.

Seit 2003 stellt die Firma basi Schöberl den Wasserstoff kostenlos zur Verfügung. Der Dieselgenerator bleibt als Notreserve in der Anlage.