



## DEGREEN

DIELEKTRISCHE ELASTOMERGENERATOREN  
FÜR REGENERATIVE ENERGIEN

### Anwendungspotential

Die periodische mechanische Dehnung der Elastomerfolien durch Fließgewässer erfordert innovative Wandlungskonzepte. Strömt Wasser durch eine Rohrverengung (Venturi-Düse), entsteht ein Unterdruck im Steigrohr. Durch diesen Unterdruck wölben sich die aufgespannten Elastomerfolien nach innen. Das Schließen eines Ventils und Entlüften des Unterdruckes erzeugt die notwendige Periodizität für den Kreisprozess. Die Druckanpassung erfolgt durch Änderung des Foliendurchmessers. Dadurch ist der Generator bzgl. der Strömungsgeschwindigkeiten der Fließgewässer skalierbar. Die Erweiterung mit mehreren Druckdosen an unterschiedlich großen Druckrohren im Gewässer unterschiedlicher Tiefe und Breite ermöglicht einen modularen Aufbau zur Leistungsanpassung.

Ein mobiler, schwimmfähiger, aber auch versenkbarer Aufbau erlaubt eine hohe Flexibilität im Einsatz. Testmöglichkeiten sind am Neuaufbau eines Wehres mit konventionellem Kleinstwasserkraftwerk oder am Fischaufstieg am Seitenarm der Tauber an der Außenstelle in Bronnbach bei Wertheim des Fraunhofer ISC gegeben.

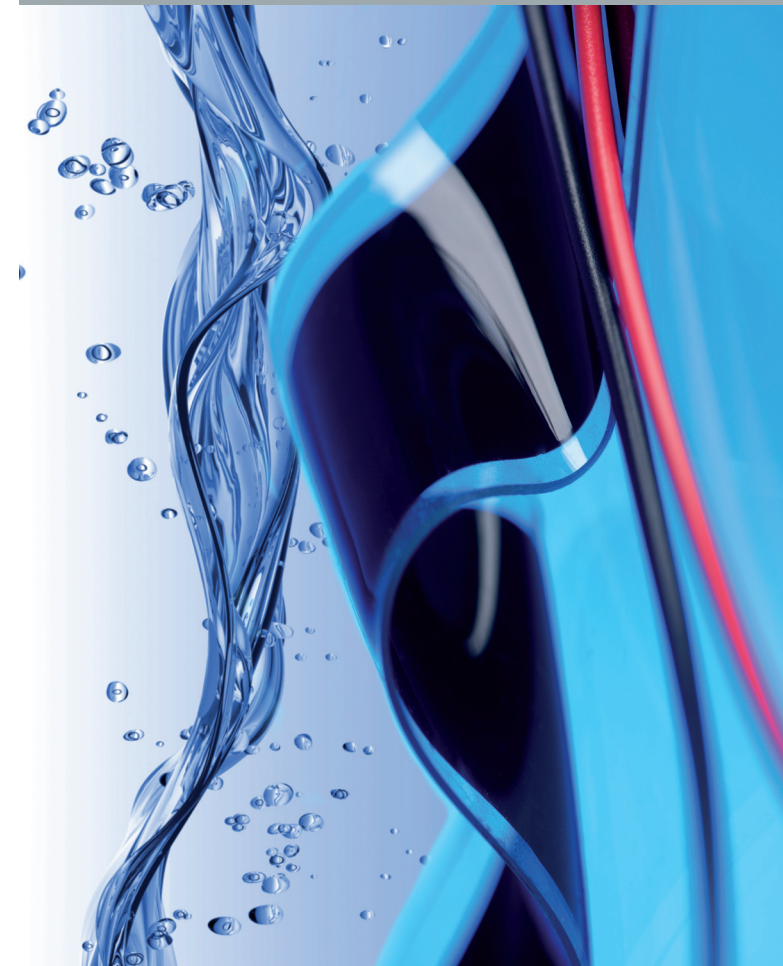
Getestete Lebensdauern von mindestens 100 Mio. Zyklen sollen einen wirtschaftlichen Betrieb des Gesamtgenerators auf dem Preisniveau alternativer Energiequellen garantieren.

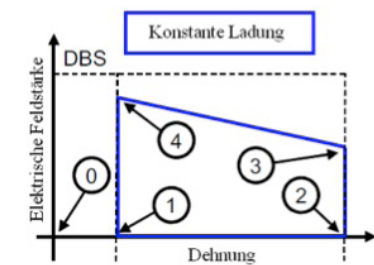
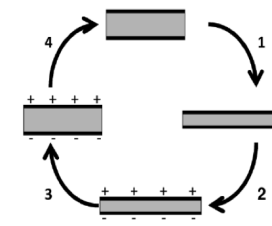
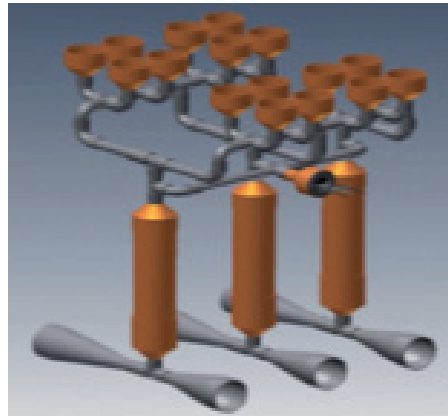
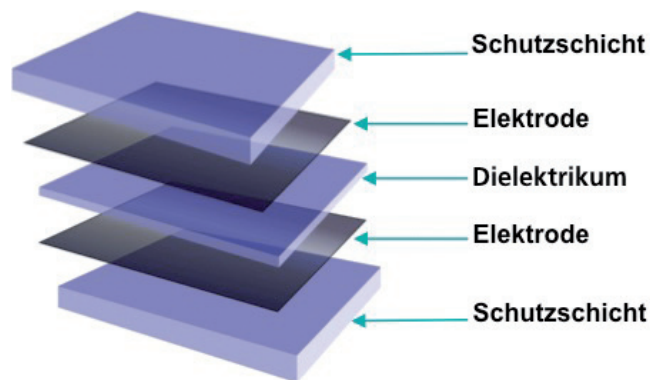
### Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC

Neunerplatz 2  
97082 Würzburg

### Kontakt

Dr. Bernhard Brunner  
Telefon +49 931 4100 416  
Fax +49 931 4100 498  
bernhard.brunner@isc.fraunhofer.de  
www.isc.fraunhofer.de





### Wirtschaftliche und technische Motivation

Die Energiewende liefert die Motivation, alle technisch sinnvollen und ökologisch gut verträglichen Methoden der Erzeugung elektrischer Energie zu erschließen, um die Akzeptanz regenerativer Energiequellen auch zukünftig zu sichern. Im Rahmen der »Bayerischen Allianz für Energieforschung und -technologie« soll die bayerische Kompetenz in der angewandten Forschung im Bereich der Energietechnologien ausgebaut werden. Innerhalb der nächsten 10 Jahre sollen 50 Prozent des bayerischen Stromverbrauchs (2009: 85 Mrd. kWh) aus erneuerbaren Energien gedeckt werden, d. h. in etwa eine Verdoppelung gegenüber dem heutigen Beitrag. Eine Steigerung der wasserkrafterzeugten elektrischen Energie von 12,5 auf 14,5 Mrd. kWh/Jahr (d. h. 17 Prozent) bis 2021 soll durch den Neubau von Großkraftwerken und Modernisierung bestehender Anlagen realisiert werden. Fisch- und Hochwasserschutz erfordern aufwendige Zusatzbauten.

### Projektziele DEGREEN

1| Zusätzliche umweltschonendere regenerative Energiequellen sollen ergänzend zu heutigen großtechnischen Anlagen erschlossen werden. Durch die Nutzung geringer Wassergeschwindigkeiten (ab 0,5 m/s), geringer Wassertiefen (0,5 m) auch ohne (anstauende) Querbauwerke sind deutlich mehr Standorte als bei konventionellen Kleinstwasserkraftwerken möglich.

Damit ergeben sich Einsatzmöglichkeiten an bisherigen Kleinstwasserkraftwerken, die Nutzung von Restwasser und Kühlwasserkanälen durch den Aufbau von Kraftwerksschwärmen.

2| Eine Beeinflussung des Landschaftsbilds, der Strömungssituation in Flüssen, Beeinträchtigungen von Flora (inhärenter Fischschutz) und Fauna und eine Lärmbelastigung wird weitestgehend vermieden. Das Energiewandlungssystem muss also umweltverträglich sein und den wasserbaurechtlichen Vorgaben entsprechen.

3| Mithilfe von neuartigen Elastomermaterialien wird die mechanische Energie aus Fließgewässern direkt in elektrische Energie umgewandelt. Dies führt zur Einsparung von Ressourcen (z. B. Seltene Erden, Metalle), die in konventionellen Elektrogeneratoren verwendet werden.

4| Durch integrierte Sensorik, adaptive Regelung (Strömungsverhältnisse) und anpassbarem elektrischen Ausgang (Batterien oder Netzanschluss) ergibt sich ein autonomes Energieversorgungssystem.

5| Die elektrische Leistung (bis 1 kW) soll zur umweltschonenden dezentralen Stromversorgung z. B. von Campingplätzen, abgelegenen Siedlungen oder zum Laden von Elektrofahrzeugen in ländlichen Regionen eingesetzt werden.

### Funktionsprinzip des Dielektrischen Elastomer Generators (DEG)

Dielektrische Elastomere bestehen aus einer stark dehnbaren Elastomerfolie (Silicon, Acryl, Polyurethan, Naturkautschuk), die beidseitig mit hochflexiblen Elektroden (Leitruß, Graphit) beschichtet wird. Sie sind extrem dehnbar (≈ 100 Prozent), flexibel und großflächig als Bänder (0,5 m breit) durch Rakelverfahren oder Schlitzdüsenprozesse herstellbar. Die mechanische Anregung erfolgt durch periodische Dehnung und Entspannung durch Wasser- oder Windströmungen. Der periodische elektromechanische Kreisprozess bildet sich aus:

der Dehnung der Elastomerfolien (1 → 2), dem elektrischen Laden (2 → 3), dem mechanischen Entspannen und gleichzeitiger elektrischer Spannungserhöhung (3 → 4) und dem Entladen auf ein definiertes Ausgangspotential (4 → 1).

Der Spannungshub und damit die elektrische Energie steigen mit angelegter elektrischer Ladespannung und mit steigender Dehnung.

$$W = \frac{1}{2} \times C \times U^2$$

Quelle: Ch. Graf, J. Maas, D. Schapeler, Proceedings of SPIE Smart Structures / NDE 2010, vol. 7642 pp. 764217