

De Ontwikkeling van een Electrostatische Windenergie Converter I

Samengevat eindrapport van EET KIEM01001/4800000253
Periode 1 Jan 2002 – 31 December 2002



Gefinancierd door:

economie**ecologie****technologie**



Project partners:



De Ontwikkeling van een Electrostatische Windenergie Converter I

Samengevat eindrapport van EET KIEM01001/4800000253

Periode 1 Jan 2002 – 31 December 2002

P.J. Sonneveld^{1*}, R. Bodega² and J.B. Campen¹

Februari 2003

Nota V 2003-26b

- 1) IMAG B.V. (Secretary)
- 2) TU-Delft department ITS
- *) Project leader



© 2003
Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG)
Mansholtlaan 10-12, Postbus 43, 6700 AA Wageningen
Telefoon 0317 – 476300
Telefax 0317 – 425670
www.imag.wageningen-ur.nl

Interne mededeling IMAG. Niets uit deze nota mag elders worden vermeld, of vermenigvuldigd op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van IMAG of de opdrachtgever. Bronvermelding zonder de feitelijke inhoud is evenwel toegestaan, op voorwaarde van de volledige vermelding van: auteursnaam, instituut en notanummer en de toevoeging: 'niet gepubliceerd'.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying or otherwise, without the prior written permission of IMAG.

1 Voorwoord

Dit project is ondersteunt door het Nederlandse programma EET (Economy, Ecology, Technology), Ministerie van LNV en Productschap Tuinbouw. EET is een gezamenlijk initiatief van de Ministries van Economische Zaken, Onderwijs, Cultuur and Wetenschappen en van VROM. Het programma wordt uitgevoerd door de EET Programma Office, een partner van Senter en Novem.

2 Samenvatting

In het EET-project "De ontwikkeling van een Elektrostatische Energie Converter" kortweg EWICON genoemd is het principe van deze generator theoretisch en experimenteel onderzocht. Het doel van dit kiemproject was de haalbaarheid van het EWICON principe aan te tonen. Experimenteel is de werking van het EWICON principe aangetoond. In dit project zijn de volgende (functionele) aspecten onderzocht:

1. Modelberekeningen voor de bepaling van het maximaal haalbaar omzettingsrendement en water gebruik.
2. Vernevelen van vloeistof (als drager van lading)
3. Opladen van vloeistofdruppels
4. Bepaling van de trajectorieën van de door de wind voortbewogen geladen deeltjes.
5. Genereren van een hoge potentiaal door het verzamelen van elektrische lading op een collector
6. Experimentele toetsing van het EWICON principe
7. Toepasbaarheid

Ad. 1 Omzettingsrendement en water gebruik: Uit het ontwikkelde rekenmodel is gevonden dat bij optimale regeling het maximale rendement gelijk is aan het theoretisch maximum haalbaar rendement (Betz) van windturbines. Verder is aangetoond dat het waterverbruik evenredig is met de afmeting van de waterdruppels in het kwadraat en met de windsnelheid. Een laag waterverbruik en een hoog omzetting rendement is daarom te bereiken met kleine waterdruppelafmetingen.

Ad. 2 Vernevelen van vloeistof: Verschillende watervernevelingstechnieken zijn onderzocht zoals verneveling met hoge druk, ultrasone verneveling, roterende schijf verneveling en een elektrostatische vernevelingstechniek. Omdat iedere methoden bepaalde voor- en nadelen heeft is nader onderzoek nodig om tot een definitieve keuze te komen voor de beste vernevelingstechniek waarbij zo min mogelijk energie verloren gaat in de verneveling.

Ad. 3 Opladen van vloeistofdruppels: De vloeistofdruppels zijn relatief eenvoudig elektrische op te laden met behulp van een geladen ring. De elektrostatische inductie of influentie veroorzaakt ladingscheiding zodat geladen druppels ontstaan. Met deze techniek zijn de druppels energiezuinig elektrostatisch op te laden.

Ad. 4 Bepaling van de trajectorieën: Om de trajectorieën van de geladen deeltjes te kunnen bepalen is een veldberekeningsprogramma gekoppeld aan programmatuur die met behulp van de bewegingsvergelijkingen de baan van de deeltjes berekent. Uit deze berekeningen blijkt dat er een onderlimiet is aan de druppelgrootte. Bij te kleine druppel afmetingen overheersen de elektrostatische krachten boven de viskeuze krachten waardoor de druppeltrajectorieën minder het windstromingveld volgen.

Ad.5 Verzamelen van elektrische lading op een collector: De werking van het EWICON is met drie verschillende experimenten aangetoond. Het eerste experiment is gebaseerd op elektrostatische afstoting tussen druppels en stroomcollector (test 1). Met een standaard vernevelinginstallatie en een winddoorlatend gaas was het stroomrendement 50-60 %. Door de vernevelinginstallaties tevens als stroomcollector te gebruiken (test 2) wordt gebruik gemaakt van elektrostatische aantrekking tussen

druppels en vernevelaar. Het stroomrendement blijkt in dit geval aanmerkelijk toe te nemen: 72-95 %. Met deze methode is geen aparte stroomcollector noodzakelijk. In test 3 werd gebruik gemaakt van elektrostatische verneveling. Het stroomrendement was door de kleinere druppelgrootte iets lager namelijk 40-90 % maar er was geen energietoevoer nodig voor de verneveling.

Ad.6 Experimentele toetsing van het EWICON principe: Bij principe 1 (elektrostatische aantrekking tussen druppels en stroomcollector) is met een ingangsspanning van 5 kV een uitgangsspanning van 25 kV gerealiseerd bij een stroomrendement 50-60 %. Met principe 2 (elektrostatische aantrekking tussen druppels en vernevelaar) is met een ingangsspanning van 5 kV een uitgangsspanning van 30 kV gerealiseerd. In een derde test is de elektrostatische vernevelingstechniek geïntegreerd in de tweede opstelling. Tevens zijn extra hulpelektrodes aangebracht om zoveel mogelijk geladen druppels in de wind te brengen. De uitgangsspanning was in dit geval ca. 20 kV bij stroomrendement van 40-90 %. Bij deze test was geen extra energie noodzakelijk voor de verneveling. Met dit laatste experiment is aangetoond dat het mogelijk is meer elektrische energie op te wekken dan noodzakelijk is voor het genereren en elektrisch laden van de druppels.

De experimentele resultaten van het kiemproject hebben verder geleid tot een werkende EWICON model waarbij een door accu's gevoede inverter een relatief eenvoudige en goedkope manier gevonden is om de geladen ring te voeden bij het aangepaste principe (test 2 en 3).

Als materiaalkeuze voor de onderdelen is gekozen voor met tweecomponenten gecoate stalen onderdelen. Hierdoor zijn de onderdelen tegen lage kosten te vervaardigen, hebben ook in zoutwater omstandigheden een lange levensduur en zijn goed recyclebaar.

Ad.7 Toepasbaarheid

Kostprijsberekening geeft aan dat het EWICON principe momenteel nog duurder is dan windturbines. Verdere optimalisatie geeft aan dat uiteindelijk een lagere investering per kW mogelijk is dan bij conventionele windturbines.

Ewicon lijkt hierbij toepasbaar bij in de offshore, als extra energiebron in de land- en tuinbouw en als kleine unit op huizen en gebouwen.

3 List of publications Ewicon

- [1] R. Knoppert, Milieu techniek krijgt 35 miljoen euro, Technische Weekblad, jaargang 33, nr. 20, 17 mei 2002. p1
- [2] P.J. Sonneveld, Wiekloze windmolen, De Ingenieur, 11, 7 juni 2002
- [3] P.J. Sonneveld, Statische windenergie, Utilities, 6, juni 2002, p 24
- [4] R. Bodega, P.J. Sonneveld, P.H.F. Morshuis, R. van Rooij, L.G.M. van Eldijk, Conversion of wind into electrical energy without the need for moving parts, To be published on the ISH meeting June 2004