

## Looking Inside DEWI / Una mirada al interior de DEWI

Jens Peter Molly, DEWI

### 1. General

The German Wind Energy Institute DEWI co-operates in scientific and commercial projects with a large number of national and international companies, institutes, organisations, and authorities. An even much bigger number of people know DEWI and the work of DEWI staff by the half yearly published and world wide distributed DEWI Magazin. But we also very often have to find that the wide spread working programme of DEWI is little known for all those who are not yet in direct contact with us. Therefore I like to give an overall picture or better said a X-ray of DEWI activities which will give a better impression of what we are really doing.

At the moment DEWI employs 26 scientists, engineers, technicians and administrative personnel, supported in their work by 10 to 15 students who are working on their theses or simply are jobbing at DEWI.



Fig. 1: The DEWI office building at Wilhelmshaven  
Fig. 1: El edificio de las oficinas de DEWI en Wilhelmshaven

The seat of DEWI is one of the oldest buildings of Wilhelmshaven (Fig. 1), a young 129 years old port North-West of Bremen in the windy North of Germany.

DEWI's internal organisational structure mirrors the abundance of activities performed by DEWI in all areas of wind energy utilisation: DEWI is the only wind energy institute in Germany which covers all areas of wind energy, from economic, legal and environmental issues to scientific research. Consequently we do not only have the knowledge to perform scientific projects but also transfer our project findings and experiences to

### 1. General

*El Instituto Alemán de Energía Eólica (DEWI) trabaja conjuntamente con un gran número de empresas, institutos, organizaciones y autoridades nacionales e internacionales en proyectos científicos y comerciales. Un número mucho mayor incluso de personas conocen DEWI y el trabajo de su personal a través de la revista DEWI Magazin, que se publica y distribuye en todo el mundo semestralmente. Pero con mucha frecuencia también vemos que el amplio programa de trabajo de DEWI es poco conocido por todos los que no están todavía en contacto directo con nosotros. Por lo tanto, me gustaría proporcionar una visión general, o mejor dicho, una radiografía, de las actividades de DEWI, que proporcionará una mejor impresión de lo que realmente estamos haciendo.*

*Actualmente, trabajan para DEWI 26 científicos, ingenieros, técnicos y administrativos, que reciben el apoyo en su trabajo de un número de entre 10 y 15 estudiantes que están realizando sus tesis o simplemente trabajan eventualmente en DEWI. La sede de DEWI es uno de los edificios más antiguos de Wilhelmshaven (Fig. 1), una joven ciudad portuaria de 129 años de antigüedad, situada al noroeste de Bremen, en el ventoso norte de Alemania.*

*La estructura organizativa interna de DEWI refleja la abundancia de actividades realizadas*

the commercial branch of our institute work.

## 2. Accreditation of DEWI

DEWI is accredited according to the European Standard DIN EN 45.001 general criteria for the assessment of testing laboratories. This standard has been drawn up with the objective of promoting confidence in those laboratories and institutes which conform to it.

por DEWI en todas las áreas de utilización de la energía eólica: DEWI es el único instituto de energía eólica de Alemania que cubre todas las áreas de la energía eólica, desde los aspectos económicos, legales y medioambientales hasta la investigación científica. Consecuentemente, no sólo contamos con el conocimiento para llevar a cabo proyectos científicos, sino que también transferimos nuestros hallazgos y experiencias de los proyectos a la rama comercial de nuestro trabajo en el Instituto.

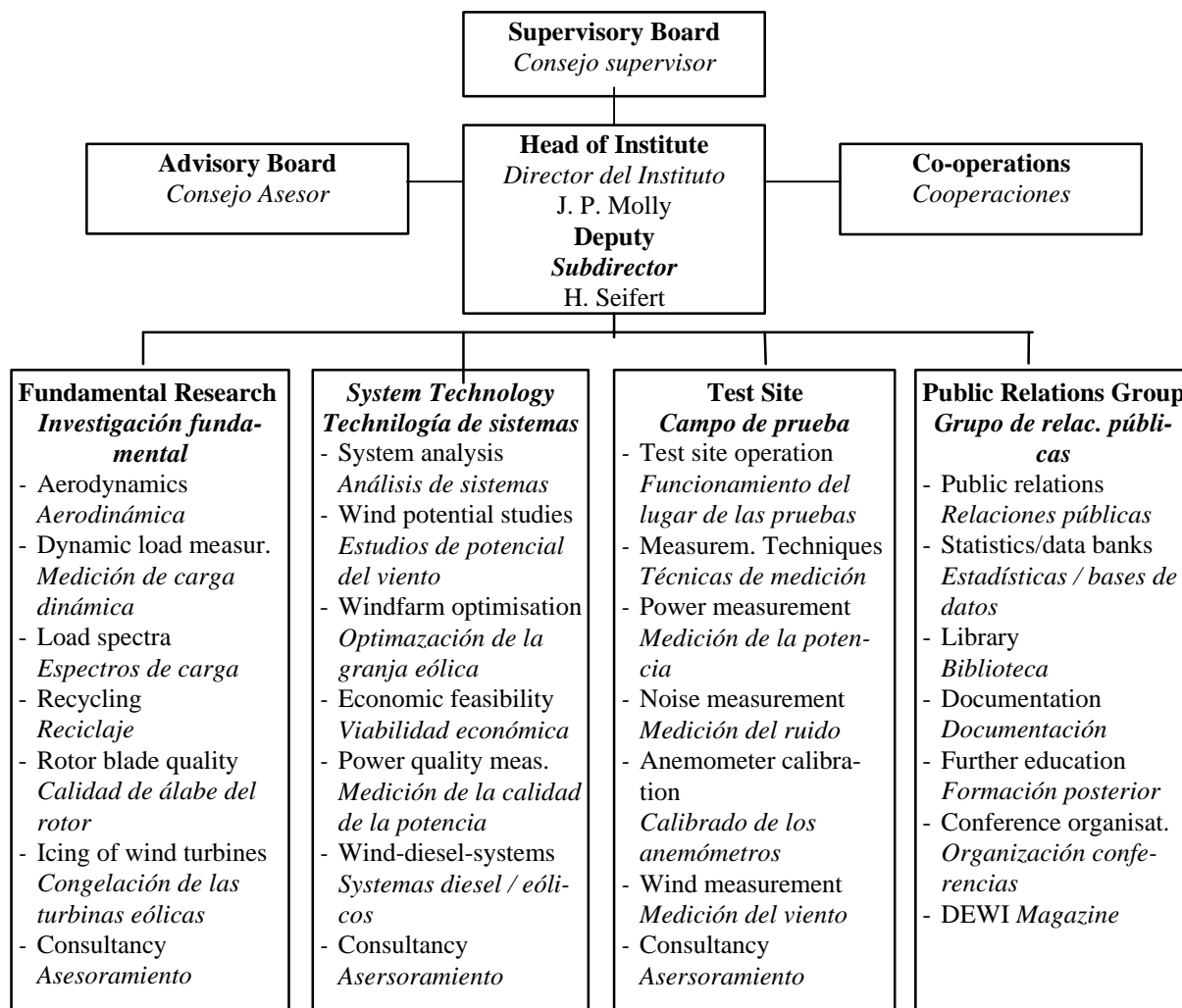


Fig. 2: DEWI organisational structure and main working tasks

Fig. 2: Estructura organizativa y tareas de trabajo principales de DEWI

DEWI is also founding member of the European network MEASNET which settles harmonised measurements and quality assessment procedures. The accredited and approved measurements and tasks are listed in the respective accreditation and membership documents which are for

EN 45.001:

- Site and area related wind and energy potential assessment for single wind turbines

## 2. Acreditación de DEWI

DEWI está acreditada de acuerdo con los criterios generales de la Norma Europea DIN EN 45.001 para la evaluación de laboratorios de pruebas. Esta Norma ha sido confeccionada con el objetivo de promover la confianza en los laboratorios e institutos que cumplen con ella. DEWI es también miembro fundador de la red europea MEASNET que estableció procedimientos de medición y de evaluación de

- and wind farms
- Sound emission calculations for single wind turbines and wind farms
- Measurements of acoustic noise from wind turbines
- Anemometer calibration for wind energy utilisation
- Power curve measurements on wind turbines
- Power quality measurements on wind turbines
- Dynamic load measurements on wind turbines and its components

and for MEASNET:

- Anemometer Calibration
- Power performance measurements
- Acoustic noise measurements
- Power quality measurements

The EN accreditation stands for a formal recognition that a testing laboratory or institute is competent to carry out specific tests or assessments according to standards, international approved recommendations, and in the case of DEWI also special MEASNET procedures in order to assure high quality of tests and products. It also stands for independence and integrity of the institute in relation to the testing activities. MEASNET approves to the high measurement quality, mutual recognition of measurements by the members and the participation of the institutes in the regular mutual quality assessments.

### 3. DEWI's World Wide Activities

DEWI is well integrated into the European Wind Energy community. Many scientific projects are done in European co-operation with other well-known wind energy institutes and test centres. This reputation, together with the quality of the offered services made DEWI a well accepted partner also outside of Germany.



The accreditation is valid for test procedures listed in the document  
*La acreditación es válida para los procedimientos de pruebas relacionados en el documento*

The rapidly increasing number of services performed in the European Union shows the favourable conditions which DEWI is able to offer to the European customers. Fig. 3 shows the scientific and commercial connections of DEWI, which are of course mainly concentrated on the

*la calidad armonizados. Las mediciones y tareas acreditadas y aprobadas se relacionan en los documentos respectivos de acreditación y afiliación que son para:*

EN 45.001:

- *Valoración del potencial de viento y energía relacionado con el lugar y el área para turbinas eólicas simples y granjas eólicas.*
- *Cálculos de emisión de ruidos para turbinas eólicas simples y granjas eólicas.*
- *Mediciones de emisiones acústicas de las turbinas eólicas.*
- *Calibrado de los anemómetros para la utilización de la energía eólica.*
- *Mediciones de las curvas de energía en las turbinas eólicas.*
- *Mediciones de la calidad de energía en las turbinas eólicas.*
- *Mediciones de carga dinámica en las turbinas eólicas y sus componentes.*

y para MEASNET:

- *Calibrado de los anemómetros.*
- *Mediciones de rendimiento de energía.*
- *Mediciones de emisiones acústicas.*
- *Mediciones de la calidad de energía.*

*La acreditación EN representa un reconocimiento formal de que un laboratorio o instituto de pruebas es competente para llevar a cabo pruebas o valoraciones específicas de acuerdo con las Normas, recomendaciones internacionales aprobadas y en el caso de DEWI también los procedimientos MEASNET especiales para asegurar la alta calidad de las pruebas y productos. También significa independencia e integridad del instituto en relación con las actividades de pruebas. MEASNET aprueba la alta calidad de medición, el reconocimiento mutuo de las mediciones por parte de los miembros y la participación del instituto en las valoraciones mutuas de calidad regulares.*



### 3. Actividades de DEWI en todo el mundo

*DEWI está bien integrada en la comunidad de Energía Eólica Europea. Son muchos los proyectos científicos realizados en cooperación*

European Union due to the research projects supported by the European Commission and the services done for European wind turbine manufacturers.

europa con otros institutos de energía eólica y centros de pruebas bien conocidos. Esta reputación, junto con la calidad de los servicios ofrecidos, ha convertido a DEWI en un colaborador bien aceptado también fuera de Alemania.

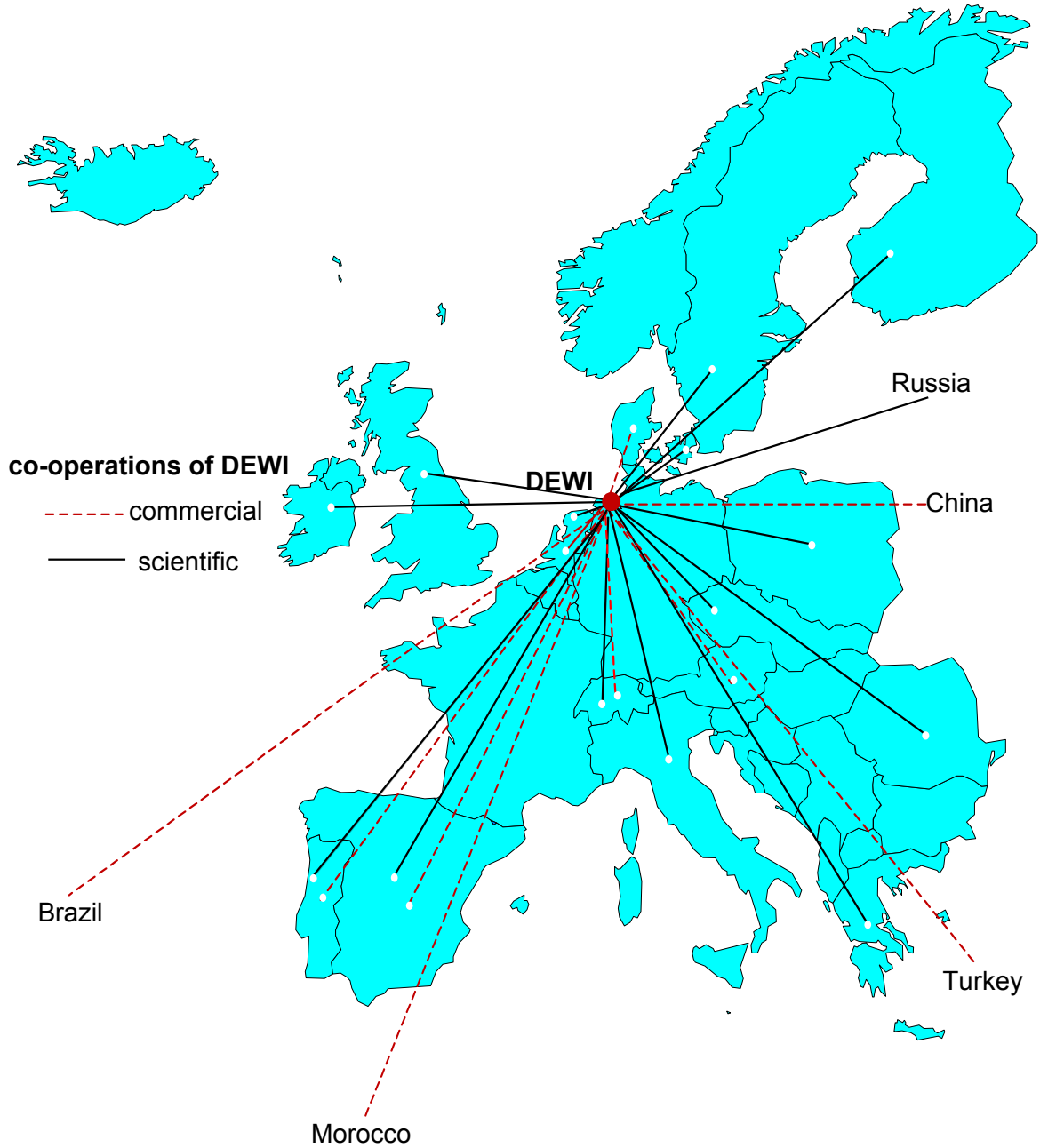


Fig. 3 Countries in which DEWI performs commercial and scientific projects  
Fig. 3: Países en los que DEWI lleva a cabo proyectos comerciales y científicos

But DEWI is also very active in other parts of the world, mainly with commercial projects in the field of measurements. For those countries which are in the beginning of a wind energy engagement, DEWI is well accepted as first counterpart which is able to provide neutral, manufacturer independent information and con-

El número de servicios, de rápido crecimiento, realizado en la Unión Europea muestra las condiciones favorables que es capaz de ofrecer DEWI a los consumidores europeos. En la Fig. 3 se muestran las conexiones científicas y comerciales de DEWI, que por supuesto se concentran principalmente en la Unión Europea

sultancy. Even political, legal and administrative information can be provided by DEWI, because it actively participated in all the discussions concerning these areas in Germany during the last years.

DEWI has a long tradition in co-operation with countries from South America, especially with Brazil. In co-operation with German companies and in own projects DEWI intensified the contacts to South America within the last years, a continent with favourable wind conditions and a future large potential of energy production by wind turbines. To more than 25 countries outside the European Union DEWI maintains contacts based on the relationship with the participants of the various wind energy courses held by DEWI. The wide spread contacts of DEWI are also documented by the fact, that the *DEWI Magazin*, a biannual technical and scientific information magazine, is distributed to 45 countries in the world.

#### **4. DEWI's Experience in Wind Energy**

##### **4.1 Commercial Activities**

DEWI's experience in the field of wind energy covers nearly the whole range of today's characteristic works needed in commercial projects. And, in contrary to most of the existing engineering offices, DEWI services are additionally based on the results and experiences of a large number of own research activities. But this existing special knowledge also fecundates the work of national and international recommendation and standardisation bodies like K383, IEC, CENELEC, IEA and MEASNET in which DEWI participates in various working groups. Table 1 gives an overview of DEWI's large variety and number of commercial activities, as well as in which countries the respective tasks were performed. Some of the services are quite new, for example shadow impact calculations which recently became important for all wind farm projects in Germany. On the other hand, wind potential measurements are not very common in Germany due to the mostly flat or only slightly complex terrain of Germany's coastal regions. That is why DEWI is doing such measurements mainly abroad where complex terrain does not longer allow qualified wind potential calculations with the standard methods in use.

##### **4.2 Research and Development Tasks**

The field of scientific work at the institute is directed mainly towards applied research and development (R&D) to support the wind turbine industry and turbine operators. With specialist reports concerning power curves, anemometer

*debido a los proyectos de investigación apoyados por la Comisión Europea y los servicios realizados para los fabricantes de turbinas eólicas europeos.*

*Pero DEWI desarrolla también una gran actividad en otras partes del mundo, principalmente con proyectos comerciales en el campo de las mediciones. En los países que se encuentran en el comienzo de la energía eólica, DEWI goza de buena aceptación como primer colaborador que es capaz de proporcionar información y asesoría neutral, independiente de los fabricantes. DEWI puede proporcionar incluso informaciones políticas, legales y administrativas, ya que participó activamente en todas las discusiones relacionadas con estas áreas en Alemania durante los últimos años.*

*DEWI tiene una larga tradición en la cooperación con países de Sudamérica, especialmente con Brasil. En cooperación con empresas alemanas y en proyectos propios, DEWI ha intensificado durante los últimos años los contactos con Sudamérica, un continente con condiciones de viento favorables y un gran potencial futuro de producción de energía mediante turbinas eólicas. DEWI mantiene contactos con más de 25 países de fuera de la Unión Europea en base a la relación con los participantes en los diferentes cursos de energía eólica organizados por él. Los amplios contactos de DEWI quedan reflejados también por el hecho de que DEWI Magazin, una revista de información técnica y científica bianual, se distribuye a 45 países de todo el mundo.*

#### **4. La experiencia de DEWI en la energía eólica**

##### **4.1 Actividades comerciales**

*La experiencia de DEWI en el campo de la energía eólica cubre prácticamente toda el área de trabajos normales actuales necesarios en los proyectos comerciales. Al contrario que la mayoría de las oficinas de ingeniería existentes, los servicios de DEWI se basan adicionalmente en los resultados y experiencias de un gran número de actividades de investigación propias. Pero este conocimiento especial existente también fecunda el trabajo de las entidades de recomendación y estandarización nacionales e internacionales como K383, IEC, CENELEC, IEA y MEASNET en los que DEWI participa en diversos grupos de trabajo. La tabla 1 proporciona una visión general de la gran variedad y número de actividades comerciales de DEWI, así como los países en los que se realizaron las tareas respectivas. Algunos de los servicios son bastante nuevos, por ejemplo*

calibration, power quality, load and noise measurements as well as all kinds of prediction calculations (wind speed, noise, wind farm efficiency, etc.), ordered by industry and operators, the institute is well in touch with the actual wind energy development. The abundance of problems in the field of wind energy along with their resulting technical and applied solutions are reflected directly in DEWI's scope of work and internal structure.

DEWI has many international scientific contacts all over the world.

los cálculos de impacto de sombra que recientemente adquirieron importancia para todos los proyectos de granjas eólicas en Alemania. Por otra parte, las mediciones del potencial de viento no son muy comunes en Alemania debido al terreno mayoritariamente llano o sólo ligeramente complejo de las regiones costeras alemanas. Éste es el motivo por el que DEWI lleva a cabo dichas mediciones principalmente en el extranjero donde el terreno complejo ya no permite cálculos del potencial de viento cualificados con los métodos estándar en uso.

N°	Project <i>Proyecto</i>	Customer <i>Cliente</i>	Country <i>País</i>
121	Noise Emission and Immission Measurements <i>Emisión de ruidos y mediciones de inmisiones</i>	Industry <i>Industria</i>	AU, DE, DK, ES, NL, SE
193	Noise Immission Calculations <i>Cálculos de inmisiones de ruidos</i>	Investors, Industry <i>Inversores, Industria</i>	DE
58	Power Performance Measurements of WT <i>Mediciones de rendimiento de energía de TE</i>	Industry, Investors, Utilities <i>Industria, Inversores, compañías de servicios públicos</i>	AU, DE, DK, ES, NL, BR
41	Power Quality Measurements of WT <i>Mediciones de calidad de energía de TE</i>	Industry, Utility <i>Industria, compañías de servicios públicos</i>	AU, DE, NL, BR
9	Dynamic Rotor Load Measurements <i>Mediciones de carga dinámica del rotor</i>	Industry <i>Industria</i>	DE, ES
37	Anemometer Calibrations <i>Calibrados de anemómetros</i>	Industry, Investors	DE, DK, ES, IT, NL, UK, MOR
279	Site Wind Speed Evaluations <i>Evaluaciones de la velocidad del viento en el lugar</i>	Investors, Industry <i>Inversores, compañías de servicios públicos</i>	DE, ES
8	Large Area Wind Potential Analysis <i>Análisis de potencial del viento en una gran área</i>	Investors, Municipalities <i>Inversores, Municipios</i>	DE, ES
58	Wind Farm Designs <i>Diseños de granjas eólicas</i>	Investors <i>Inversores</i>	DE, ES
10	Shadow Impact Calculations <i>Cálculos de impacto de sombra</i>	Investors <i>Inversores</i>	DE
4	Wind Potential Measurements <i>Mediciones de potencial de viento</i>	Investors <i>Inversores</i>	DE, ES, TR
30	Economic Analysis <i>Análisis económico</i>	Investors, Banks <i>Inversores, Bancos</i>	DE, IR

Status July 1998. AU=Austria, BR=Brazil, DE=Germany, DK=Denmark, ES=Spain, IR=Ireland, IT=Italy, MOR=Morocco, NL=The Netherlands, SE=Sweden, TR=Turkey, UK=United Kingdom

Situación a julio 1998. AU = Austria, BR = Brasil, DE = Alemania, DK = Dinamarca, ES = España, IR = Irlanda, IT = Italia, MOR = Marruecos, NL = Países Bajos, SE = Suecia, TR = Turquía, UK = Reino Unido

Table 1: Number and type of commercial services performed by DEWI

Tabla 1: Número y tipo de servicios comerciales realizados por DEWI

DEWI is member of the EUREC-Agency, the International Meeting of Test Stations (IMTS) and collaborates closely with German Universities of different faculties. DEWI is also a founding member of MEASNET. MEASNET is a European network of measuring institutes which has been established to harmonise and mutually recognise wind energy related measurement procedures.

In the course of the last years, DEWI performed 42 national and international R&D projects, 29 from these were and are financially supported by the European Commission in different European programmes. The research topics of DEWI cover nearly the whole range of wind energy, like aerodynamics, evaluation and measurement of load spectra, acoustics, wind measurements, calibration of anemometers, rotor blade production quality, grid integration and optimisation, electrical power quality, site assessment, complex terrain measurement and siting problems, SODAR ("acoustic radar") wind speed measurements, etc. Within these projects DEWI collaborated with 105 different companies, utilities, universities and institutes (see Table 2).

#### 4.2 Tareas de investigación y desarrollo

*El campo del trabajo científico en el instituto se dirige principalmente a la investigación y desarrollo aplicados (I+D) para apoyar la industria de las turbinas eólicas y a los operadores de turbinas. Con informes especializados relacionados con las curvas de energía, el calibrado de anemómetros, la calidad de energía, las mediciones de carga y de ruidos, así como todos los tipos de cálculos de predicción (velocidad del viento, ruidos, eficacia de la granja eólica, etc.), solicitados por la industria y los operadores, el instituto se encuentra directamente en contacto con el desarrollo real de la energía eólica. La abundancia de problemas en el campo de la energía eólica junto con sus soluciones técnicas y aplicadas resultantes se reflejan directamente en el espectro del trabajo y de la estructura interna de DEWI.*

*DEWI tiene múltiples contactos científicos internacionales en todo el mundo.*

<b>Partner Institution</b> <i>Institución colaboradora</i>	<b>Number</b> <i>Número</i>	<b>Country</b> <i>País</i>
Engineering Offices <i>Oficinas de ingeniería</i>	12	CH, DE, DK, IT, GR, SF, UK,
Research Institutes <i>Institutos de investigación</i>	22	DE, DK, ES, GR, IT, MOR, NL, PT, RO, RU, SE, SF, UK
Industry/Utilities <i>Industria / compañías de servicios públicos</i>	44	BE, CZ, DE, DK, ES, GR IT, NL, SE, SF, UK
Universities <i>Universidades</i>	18	BE, DE, GR, NL, SE, SF, UK
Associations <i>Asociaciones</i>	4	BE, DE
Certification Bodies <i>Entidades de homologación</i>	5	DE, DK, NL
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>Partners from 16 Countries</b> <b>Colaboradores de 16 países</b>

BE=Belgium, CH=Switzerland, CZ=Czech Republic, DE=Germany, DK=Denmark, ES=Spain, GR=Greece, IT=Italy, MOR=Morocco, NL=The Netherlands, PT=Portugal, RO= Rumania, RU=Russia, SE=Sweden, SF=Finland, UK=United Kingdom

Table 2: Partners in national and international research projects, Status 07.98

Tabla 2: Colaboradores en los proyectos de investigación nacionales e internacionales, situación al 07.98

The choice of the various research topics was based on the needs of DEWI's commercial services, which could be improved continually by this. On the other hand, DEWI also participated in the international standardisation work of IEC, IEA, CENELEC and passed the experiences gained to the establishment of well elaborated international standards in the field of wind energy.

#### 4.3 Further Education Courses

The German Wind Energy Institute (DEWI) being one of the most reputable institutions in the field of wind energy in Europe offered and offers a selection of further education programmes for engineers based on the broad experience of its scientific staff. Scope, complexity and duration (1 day up to 4 months) of the programmes vary according to the customers' demand and the degree of professionalism that is to be achieved by the participating professionals. These programmes are carried out either at DEWI or at the customers' location (In-House-Seminars). All courses were and are held in German and English, or on special demand and depending on the content, also in French and Portuguese language. The respective course material is written in German or English Language. In the following the courses are briefly described as carried out by DEWI.

##### 1- to 3-Days Training Courses

These further education training courses concentrate on special wind energy topics like "Electric System", "Measurement Techniques", "Site Wind Speed Calculations", "Wind Farm Planning", etc.. DEWI is able to design a course on request of the customer so that he can get the maximum information for the desired topic. We also offer general courses of three days duration about the most important technical and economical connections of wind energy application to improve the participant's power of judgement in their professional work. In these three days the following topics are discussed: Wind energy technology, wind potential, energy yield, measurements, sound emission, selection criteria for wind energy converters, nature and landscape preservation, economy and building permit procedures. This programme will provide a comprehensive description of the state of the art in wind energy utilisation putting the participant into the position to continue his own studies targeted at his area of specialisation. These short seminars are offered on a demand base or can be ordered by interested institutions, companies, etc.. They have been carried out with different technical main topics eight times up to date.

*En el instituto trabajan temporalmente científicos invitados. DEWI es miembro de la agencia EUREC, del International Meeting of Test Stations (IMTS) y colabora estrechamente con diferentes facultades de universidades alemanas. DEWI es también miembro fundador de MEASNET. MEASNET es una red europea de institutos de medición que se ha creado para armonizar y reconocer mutuamente los procedimientos de medición relacionados con la energía eólica.*

*En el curso de los últimos años, DEWI realizó 42 proyectos de I+D nacionales e internacionales, 29 de ellos apoyados financieramente por la Comisión Europea en diferentes programas europeos. Los temas de investigación de DEWI cubren prácticamente toda la gama de la energía eólica, como la aerodinámica, evaluación y medición de los espectros de carga, la acústica, las mediciones del viento, el calibrado de anemómetros, la calidad de producción de álabes de rotores, la integración y optimización de la red nacional de energía eléctrica, la calidad de la energía eléctrica, la valoración en el emplazamiento, la medición de terrenos complejos y problemas de ubicación, mediciones de velocidad del viento con SODAR ("radar acústico"), etc. Dentro de estos proyectos, DEWI trabajó junto con 105 empresas, compañías de servicios públicos, universidades e institutos diferentes (véase la tabla 2). La elección de los diferentes temas de investigación se basó en las necesidades de los servicios comerciales de DEWI, que con ello pueden mejorarse continuamente. Por otra parte, DEWI participó también en el trabajo de estandarización internacional de IEC, IEA, CENELEC y transmitió las experiencias obtenidas para el establecimiento de normas internacionales bien elaboradas en el campo de la energía eólica.*

##### 4.3 Otros cursos de formación

*El Instituto de Energía Eólica Alemán (DEWI) es una de las instituciones con mayor reputación en el campo de la energía eólica en Europa, que ha ofrecido y ofrece una selección de programas de formación para ingenieros en base a la amplia experiencia de su personal científico. El alcance, la complejidad y la duración (de 1 día a 4 meses) de los programas varían de acuerdo con la demanda de los clientes y el grado de profesionalidad que deben conseguir los profesionales participantes. Estos programas se organizan en DEWI o en las instalaciones del cliente (seminarios internos). Todos los cursos se celebraron y se celebran en alemán y en inglés, o por solicitud especial y dependiendo del contenido, también en francés y portugués. El*



### **1 to 2 Weeks General Course on Wind Energy Technology and on Special Technical Topics**

A more detailed insight is given by a 1- to 2-weeks general seminar on wind energy technology which covers all technical and economical topics of wind energy. The course features up to 60 hours of condensed technical information on state of the art of wind energy technology. It aims at enhancement of wind energy use in countries that want to develop their wind energy option. The participants again will be able to further continue their own studies and develop competence as partners in future wind energy projects. This programme has been carried out 5 times since 1993. One of these courses was held by DEWI in 1995 in Rio de Janeiro for engineers of utilities and universities. But also for the course duration of one to two weeks special topics are offered which allow to learn the essentials of special technical wind energy topics. The topics mainly asked for are "Power and Wind Measurement", "Wind Speed Evaluation by WASP", "Wind Farm Lay-out and Planning" and "Power Quality".

### **CDG Specialist Course "Grid Connected Wind Energy Converters" (6 months)**

The most profound training programme on wind energy technology is a specialist course "Grid Connected Wind Energy Converters" which was held four times at DEWI in Wilhelmshaven and had been set up for the Carl-Duisberg-Gesellschaft (CDG), a German foundation for international exchange of scientists and know-how. More than 60 engineers coming from Angola, Argentina, Bangladesh, Brazil, Chile, China, Columbia, Egypt, Jordan, Nepal, India, Indonesia, Madagascar, Morocco, Mauritania, Mongolia, Philippines, Sri Lanka, Syria and Turkey, most of them being executive staff of energy supply companies or scientific staff of universities in their home countries, took part in these further education courses for engineers. The training programme features 4 months profound theoretical training on wind energy technology followed by 2 months of practical training at wind energy related industrial companies in Germany. The prerequisites for this programme is an academic degree in engineering or physics. At the moment this long term course will be reorganised by CDG.

### **4.4 DEWI Test Station for Wind Turbines and Wind/Diesel System**

A few kilometres north of Wilhelmshaven, DEWI operates a wind turbine test station with an office and control building in which also a

material del curso respectivo está escrito en alemán o inglés. A continuación se describen brevemente los cursos tal como los organiza DEWI.

### **Cursos de formación de 1 a 3 días**

Estos cursos de formación se concentran en temas especiales de la energía eólica como "Sistema eléctrico", "Técnicas de medición", "Cálculos de la velocidad del viento en el lugar", "Planificación de granjas eólicas", etc. DEWI puede diseñar un curso por solicitud del cliente, de forma que obtenga la máxima información sobre el tema deseado. También ofrecemos cursos generales de tres días de duración sobre las conexiones técnicas y económicas más importantes de la aplicación de la energía eólica para mejorar la capacidad de valoración del participante en su trabajo profesional. En estos tres días se tratan los temas siguientes: tecnología de la energía eólica, potencial de viento, rendimiento de energía, mediciones, emisión de ruidos, criterios de selección para los convertidores de energía eólica, preservación de la naturaleza y del paisaje, economía y procedimientos de obtención de permisos de construcción. Este programa proporcionará una descripción completa de la situación más avanzada en la utilización de la energía eólica colocando al participante en situación de continuar sus propios estudios dirigidos a su área de especialización. Estos seminarios de corta duración se ofrecen en base a la demanda o bien pueden ser solicitados por las instituciones, empresas, etc. interesadas. Se han organizado con diferentes temas técnicos principales en ocho ocasiones hasta la fecha.

### **Curso general sobre tecnología de la energía eólica y sobre temas técnicos especiales (de 1 a 2 semanas)**

En el seminario general de 1 a 2 semanas de duración sobre la tecnología de la energía eólica, que cubre todos los temas técnicos y económicos de la misma, se proporciona una visión más detallada. El curso consta de 60 horas de información técnica condensada sobre la situación más avanzada en el campo de la tecnología de la energía eólica. Persigue la mejora del uso de la energía eólica en los países que desean desarrollar su propia opción de este tipo de energía. También en este caso, los participantes podrán continuar sus propios estudios y desarrollar la capacidad como colaboradores en futuros proyectos de la energía eólica. Este programa se ha organizado en 5 ocasiones desde 1993. Uno de estos cursos fue organizado por DEWI en 1995 en

diesel generator system is integrated. Many manufacturers used the chance to lease an easily accessible and well observed site to install their prototype wind turbines here and contract DEWI to perform the necessary measurements for the development of their prototypes.

#### 4.4.1 DEWI Test Station for Wind Turbines

Five years after the inauguration of the DEWI Test Site in 1992 the first prototype megawatt turbines were installed for testing in 1997. Together with the earlier installed wind turbines the total installation will reach more than 10 MW (Table 3) at the end of 1998. DEWI performs on this wind turbines the standard measurements for power curve, noise emission and electrical power quality. In most cases additional measurements are necessary for special optimisation of the operational settings of the wind turbines and, especially for the megawatt turbines, load measurements on the rotor blades and other parts of the turbine, like tower or drive train. The wind conditions are monitored by means of mobile meteorological masts of up to 85 m and by a fixed mast where the wind speed is measured at five height levels up to 130 m. With this 130 m mast, DEWI also performs investigations concerning the wind velocity boundary layer and does validations for acoustically based SODAR wind speed measurements, a new method for mast independent wind speed scanning at different heights, a method which can be applied in many cases, where otherwise the erection of several or very high masts could become necessary.

#### 4.4.2 DEWI Wind/Diesel System

The experimental wind-diesel system at the DEWI Test Site is based on a highly modular and flexible concept. It was designed to meet the requirements of a broad range of experimental investigations for optimisation of control strategies, system and single component layout, and for the verification of simulation codes for design and optimisation of renewable energy systems. The main goal of these investigations is the development of a reliable, economically efficient wind-diesel system with a sophisticated control strategy and practicable simple technical design as well as the development of a design and optimisation tool for wind-diesel and renewable energy systems.

The principle set-up of the system, shown in Fig. 4, consists of the following components:

- 3 wind turbines (WT) with 30 kW rated power each. A stall controlled WT with asynchronous generator, a pitch controlled WT with induction generator and a variable speed WT with pitch control (to be installed or customer turbine of any type in the size of up to 30 kW).

*Río de Janeiro para ingenieros de compañías de servicios públicos y universidades. Pero también para este curso de una a dos semanas de duración, se ofrecen temas especiales que permiten aprender los aspectos esenciales de los temas técnicos especiales de la energía eólica. Los temas más solicitados son "Medición de la energía y del viento", "Evaluación de la velocidad del viento mediante WASP", "Disposición y planificación de granjas eólicas" y "Calidad de la energía".*

#### **Curso especializado CDG "Convertidores de energía eólica conectados a la red nacional de energía eléctrica" (6 meses)**

*El programa de formación más intensivo de la tecnología de la energía eólica es un curso especializado de "Convertidores de energía eólica conectados a la red nacional de energía eléctrica" que se ha organizado cuatro veces en DEWI, en Wilhelmshaven y se ha organizado para la Carl - Duisberg - Gesellschaft (CDG), una fundación alemana para el intercambio internacional de científicos y conocimientos técnicos. Más de 60 ingenieros procedentes de Angola, Argentina, Bangladesh, Brasil, Chile, China, Colombia, Egipto, Jordania, Nepal, India, Indonesia, Madagascar, Marruecos, Mauritania, Mongolia, Filipinas, Sri Lanka, Siria y Turquía, la mayoría de ellos personal ejecutivo de compañías de suministro de energía o personal científico de universidades en sus países de origen, participaron en estos cursos de formación para ingenieros. El programa de formación proporciona 4 meses de preparación teórica intensa sobre la tecnología de la energía eólica, seguidos por 2 meses de formación práctica en compañías industriales relacionadas con la energía eólica en Alemania. El requisito para participar en este programa es un título académico de ingeniería o física. Por el momento, este curso de larga duración se organizará para CDG.*

#### **4.4 Estación de pruebas de DEWI para turbinas eólicas y sistema eólico / diesel**

*Unos pocos kilómetros al norte de Wilhelmshaven, DEWI posee una estación de pruebas de turbinas eólicas con un edificio de oficinas y de control en el que se encuentra integrado también el sistema de generador diesel. Muchos fabricantes aprovecharon la oportunidad para alquilar un lugar fácilmente accesible y bien observado con el fin de instalar sus prototipos de turbinas eólicas y contratar a DEWI para realizar las mediciones necesarias para el desarrollo de sus prototipos.*

- A diesel generator with synchronous generator, rated at 35 kW electric power output. The generator can be disconnected mechanically from the diesel engine by electro-mechanical clutch.
- A battery system, consisting of a nickel-cadmium or lead-acid-accumulator with a capacity of approx. 5 kWh and an inverter system with a rated power of 30 kW.
- A WT-simulator, consisting of a motor-generator set and a computer controller, simulating the power characteristics and mechanical and electrical behaviour of different wind turbines, which shall be tested in the system.
- A controllable ohmic load simulates the time-varying demand of electric consumers.
- A controllable electronic inverter system also allows the simulation of time-varying electric consumers.
- A dumpload allows the operation of stall controlled WT in the wind-diesel grid.
- A changeable filter and compensation unit allows the investigation on the increase of electric power quality.
- An electric battery car for shuttle service and transport particularly between the DEWI main building and the test site.
- A power management system controls the operation of the complete system. The controller is free programmable to investigate different strategies of power and load management empirically.

#### 4.4.1 Estación de pruebas de DEWI para turbinas eólicas

Cinco años después de la inauguración del centro de pruebas de DEWI en 1992, se instaló el primer prototipo de turbinas de megawatios para efectuar pruebas en 1997. Junto con las turbinas eólicas instaladas originalmente, la instalación total alcanzará más de 10 MW (Tabla 3) a finales de 1998. DEWI realiza en estas turbinas eólicas las mediciones estándar para la curva de energía, emisión de ruidos y calidad de la energía eléctrica. En la mayoría de los casos son necesarias mediciones adicionales para la optimización especial de los ajustes operativos de las turbinas eólicas y, especialmente para las turbinas de megawatios, mediciones de carga en los álabes del rotor y otras partes de la turbina, como la torre o el tren de accionamiento. Las condiciones de viento se supervisan por medio de mástiles meteorológicos móviles de hasta 85 m y mediante un mástil fijo donde la velocidad del viento se mide a cinco niveles de altura hasta 130 m. Con este mástil de 130 m, DEWI realiza también investigaciones relacionadas con la capa límite de la velocidad del viento y efectúa valoraciones para las mediciones de la velocidad del viento basadas acústicamente en SODAR, un nuevo método para la exploración de la velocidad del viento independiente de los mástiles a diferentes alturas, un método que puede aplicarse en muchos casos donde de otro modo sería necesaria la instalación de bastantes mástiles o muy altos.

Type Tipo	Rated Power Potencia de régimen kW	Diameter Diámetro m	Hub Height Altura carrera m
N.N.*	>2,000	-	-
Vestas V66	1,650	66	67
TACKE Windenergie TW 1.5**	1,500	70.5	85
Nordex Balcke-Dürr N60	1,300	60	69
N.N.**	>1,000	-	-
Südwind Windenergie S-50**	750	50	51.5
Vestas V47	660	47	65
Nordwind NW 44/600	600	44	41
WindWorld W 4100/500	500	41	40
Südwind 12330/3030 kW	30	15	30
Husumer Schiffswerft HSW 30	30	12.5	22
Inventus	5	6	13
Total Installation	>10,000		

to be installed in: \* Spring 1999, \*\* Oct. 1998

Debe instalarse en: \* Primavera 1999, \*\* Oct. 1998

Table 3: Installed wind turbines on the DEWI test site at Wilhelmshaven

Tabla 3: Turbinas eólicas instaladas en el centro de pruebas de DEWI en Wilhelmshaven

- All system relevant data are recorded in a modular data acquisition system.

The control concept of the system provides to keep frequency and voltage constant in a certain range. This is done independently by the single components of the wind-diesel system. I.e., the increase of frequency above the rated value (50 Hz) is controlled by the dumpload or by the WT itself, a frequency drop below this value is intercepted by the battery system and at least by the diesel generator. The control algorithm of the power management system superimposes this independent operation of the single components allowing the optimisation and investigation of different control strategies for power and load management. With the experimental DEWI Wind/Diesel System DEWI offers a highly flexible tool for testing and optimising system components for wind/diesel systems, special control strategies or even the customers' own small wind turbine, as real turbine or simulated by the Wind Turbine Simulator (WTG-Simulator). The whole system can be operated by a computer based control system which also immediately shows and stores the measured operational data.

#### 4.4.2 DEWI sistema eólico / diesel

El sistema eólico / diesel experimental en el centro de pruebas de DEWI se basa en un concepto altamente modular y flexible. Fue diseñado para satisfacer los requisitos de una amplia gama de investigaciones experimentales para la optimización de las estrategias de control, disposición del sistema y de los componentes individuales y para la verificación de los códigos de simulación para el diseño y optimización de los sistemas de energía renovable. El objetivo principal de estas investigaciones es el desarrollo de un sistema eólico / diesel fiable y económicamente eficaz con una estrategia de control sofisticada y un diseño técnico simple practicable, así como el desarrollo de una herramienta de diseño y optimización para los sistemas de energía renovable y eólico / diesel.

La configuración del principio del sistema, que se muestra en la Fig. 4, consta de los componentes siguientes:

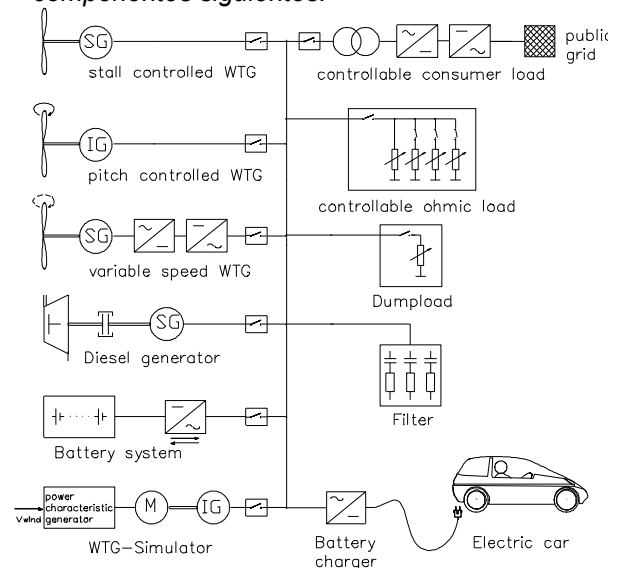


Fig. 4: Principle set-up of the experimental DEWI Wind/Diesel System

Fig. 4: Configuración del principio del sistema experimental eólico / diesel DEWI

- 3 turbinas eólicas (TE) con una potencia de régimen de 30 kW cada una. Una TE de paso fijo (stall) con generador asíncrono, una TE de paso controlado (pitch) con generador de inducción y una TE de velocidad variable con control de paso (pitch) (que debe instalarse o turbina personalizada de cualquier tipo en el tamaño de hasta 30 kW).
- Un generador diesel con generador síncrono con una salida de energía eléctrica nominal de 35 kW. El generador puede desconectarse mecánicamente. El generador puede desconectarse mecánicamente desde el motor diesel mediante el embrague electromecánico.

Inserentenliste	
Adolf Thies, Göttingen	72
AN Windenergie, Bremen	9
BWE, Osnabrück	26
CNR, Istanbul, Türkei	35
DEWI, Wilhelmshaven	12,14,15,64,70,85,87
Enercon, Aurich	43
Energiekontor, Bremen	66
Fichtner, Stuttgart	69
Fuhrländer, Waigandshain	65
Land un Lüü, Leer	30
L & L Rotorservice, Hipstedt	50
Nordex, Melle	88
Ostwind, Regensburg	39,41
SNR Wälzlager, Bielefeld	25
Südwind, Berlin	63
SunMedia, Hannover	47,48,58
Svendborg Brakes, Enger	37
Tacke Windenergie, Salzbergen	11
Thyssen Rheinstahl Technik, Düsseldorf	23
Vestas Deutschland, Husum	2
WDP, Bremen	86
Wind World, Osnabrück	19

- Un sistema de batería, compuesto por un acumulador de níquel-cadmio o de plomo con una capacidad de 5 kWh aprox. y un sistema de inversor con una potencia nominal de 30 kW.
- Un simulador de TE, compuesto por un grupo motor – generador y un controlador informático, simulando las características de energía y el comportamiento mecánico y eléctrico de las diferentes turbinas eólicas que deben probarse en el sistema.
- Una carga óhmica controlable simula la demanda variable con el tiempo de los consumidores de electricidad.
- Un sistema de inversor electrónico controlable permite también la simulación de los consumidores eléctricos que varían con el tiempo.
- Una carga de volcado (dumpload) permite el uso de la TE con paso fijo (stall) en la red eólico / diesel.
- Un filtro cambiable y una unidad de compensación permiten la investigación sobre el aumento de la calidad de la energía eléctrica.
- Un vehículo con batería eléctrica para el servicio de lanzadera y transporte, especialmente entre el edificio principal de DEWI y el centro de pruebas.
- Un sistema de gestión de la energía controla el funcionamiento de todo el sistema. El controlador puede programarse libremente para investigar las diferentes estrategias de la gestión de la energía y de la carga empíricamente.
- Todos los datos relevantes para el sistema se graban en un sistema modular de adquisición de datos.

*El concepto de control del sistema permite mantener constante la frecuencia y la tensión en una gama determinada. Esto se lleva a cabo independientemente a través de los componentes individuales del sistema eólico / diesel. Es decir, el aumento de la frecuencia por encima del valor nominal (50 Hz) está controlado por la carga de volcado (dumpload) o por la propia TE, si se produce una caída de frecuencia por debajo de este valor es interceptada por el sistema de batería y, como mínimo, por el generador diesel. El algoritmo de control del sistema de gestión de energía superpone este funcionamiento independiente de los componentes individuales permitiendo la optimización e investigación de diferentes estrategias de control para la gestión de la energía y de la carga. Con el sistema experimental eólico / diesel, DEWI ofrece una herramienta altamente fiable para la comprobación y optimización de los componentes de los sistemas eólico / diesel, estrategias de control especiales o incluso los clientes que poseen una turbina eólica pequeña, como turbina real o simulada mediante el Wind Turbine Simulator (simulador WTG). Todo el sistema puede controlarse por medio de un sistema de control basado en un ordenador que muestra y almacena inmediatamente los datos operativos medidos.*