



(FR) **Français** (EN) **English**
(ES) **Español**

Renewable Energy Solutions for Off-grid Applications

Providing electric power and heat for regions without grid power or connected to a weak grid

www.renewables-made-in-germany.com

Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag

Publisher:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
German Energy Agency
Chausseestr. 128 a, 10115 Berlin, Germany
Tel: +49 (0)30 72 61 65-600
Fax: +49 (0)30 72 61 65-699
E-mail: renewables@dena.de
Internet: www.dena.de
www.renewables-made-in-germany.com

Design and implementation:

Sunbeam GmbH
Zinnowitzer Str. 1, 10115 Berlin, Germany

Translation:

Xplanation Switzerland
Weinbergstr. 108, CH-8006 Zürich, Switzerland

Cover image:

© iStockphoto.com/MoiseevVladislavv

Printed by:

Bonifatius GmbH
Karl-Schurz-Str. 26, 33100 Paderborn, Germany



Climate Partner°
climate neutral

Print | ID: 53323-1208-1007

Reprint: 10/2013

This brochure provides information about the potential and uses for renewable energies in off-grid regions and describes suitable technologies and the statutory framework for successful project implementation. In addition, specialist providers in the German renewable energies industry and their range of off-grid services are presented.

All rights reserved. Any use is subject to consent by dena.

All content has been prepared with the greatest possible care and is provided in good faith. dena provides no guarantee regarding the currency, accuracy and completeness of the information provided. dena accepts no liability for damages of a tangible or intangible nature caused directly or indirectly by the use of or failure to use the information provided, unless dena can be proven to have acted with intent or gross negligence.

Table of Contents

I	Development needs sustainable energy.....	2
	Regions affected by energy poverty	2
	Energy solutions for off-grid regions	3
	Renewable energies: versatile and sustainable	4
II	Technologies for using renewable energies	10
	Solar energy.....	10
	Hydropower.....	14
	Wind energy.....	16
	Bioenergy.....	17
	Hybrid systems	19
III	Peripheral, networking and integration technologies.....	37
IV	Suitable appliances.....	43
V	Non-technical aspects of a successful project implementation	45
VI	The “renewables – Made in Germany” initiative	51
	dena Solar Roofs Programme for Foreign Market Development	51
	Renewable Energy Project Development Programme (PDP)	52
VII	Companies	57
	abakus solar AG.....	58
	Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE	59
	cebeEnergy GmbH	60, 61
	juwi Holding AG	62
	Intersolar Europe 2013	63
	OSSBERGER GmbH + Co	64
	Phaesun GmbH	65
	Phocos AG	66, 67
	Renewables Academy AG.....	68
	Smart Energysystems International AG.....	69
	SMA Solar Technology AG.....	70
VIII	Business directory.....	72
IX	Index.....	76

(EN) Development needs sustainable energy

(FR) Les énergies renouvelables sont nécessaires au développement

(ES) El desarrollo necesita energía sostenible



(EN) Access to energy is a fundamental basis for economic and social development. Energy is a prerequisite for companies to manufacture and jobs to be created. It is required to grow food, to prepare meals, to heat homes and schools, to operate hospitals and to provide clean drinking water. Energy also makes global communication and mobility possible.

Against the background of an increasing global population, the global hunger for energy is also growing. However, this is leading to declining reserves of fossil fuels along with rising and increasingly volatile oil prices. In many parts of the world, biomass such as wood does not grow in sufficient quantities to meet the human need for energy locally.

Regions affected by energy poverty

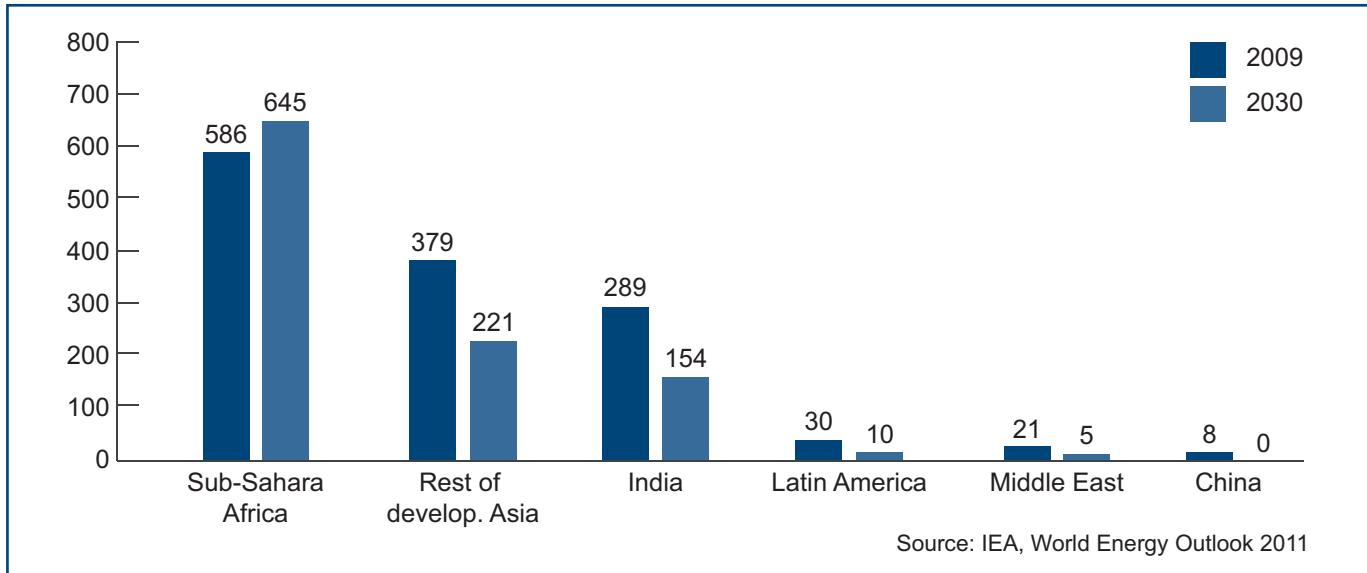
Nearly one fifth of the world's population – over 1.3 billion people – still has no access to electricity. In fact, nearly two fifths of the people on the planet – around 2.7 billion people – do not even have clean cooking facilities. Energy poverty mainly affects private individuals in Sub-Saharan Africa and developing countries in Asia. Eighty-four per cent of those affected live in rural areas with no connection to the public electricity grid. For the households affected that has a direct impact on everyday life: for example, these households cannot – or can only sporadically – operate electric lights and TVs, charge mobile phones or reliably keep medicines cool. Diesel generators are also not widely available or cannot be operated permanently due to price developments or restricted availability of fuel. Even in regions with a connection to the public electricity grid,

sustainable access to electricity is not always guaranteed. If the grids are unstable, the manufacturing industry, the hotel and catering industry, educational institutions and hospitals cannot work reliably and have to rely on emergency generators.

The dependence on imported fossil fuels also results in an increased economic impact. For example, the financial burden on developing countries that import crude oil has outstripped their economic power over the last ten years. In 2011, costs for crude oil imports represented around 5.5 per cent of these countries' gross domestic product (GDP). In the European Union, on the other hand, annual expenditure on crude oil imports was only 2.7 per cent of GDP and only 2.5 per cent in the USA.

Political institutions around the world are currently focusing on eliminating energy poverty. 2012 has been designated by the United Nations (UN) as the international year of "Sustainable Energy for All". Access to modern energy services is a key driver to achieve eight millennium target commitments by the 191 member states of the UN by 2015. If the over one billion people around the world who live in extreme poverty are to be able to achieve the necessary development, off-grid regions must be connected to the public energy supply, the viable alternatives must be provided or the political and legal landscape for this must be created.

However, there are gaps in the public electricity grid, not only in developing countries and emerging markets but also in industrialised countries, such as remote mountain regions, large forests or expanses of water. Here, too, alter-



- (EN) People without access to electricity – by region (in millions)*:** Whilst it is expected that the number of people without access to electricity will decline by 2030, the situation in sub-Saharan Africa is expected to worsen due to high population growth. * Forecast based on the New Policies Scenario.
- (FR) Personnes n'ayant pas accès à l'électricité – par région (en millions)*:** Alors que, d'ici à 2030, on s'attend à une diminution de la population n'ayant pas accès à l'électricité dans le monde, la situation en Afrique subsaharienne devrait encore s'aggraver en raison de la forte croissance de la population. * Prévisions basées sur le scénario « Nouvelles politiques ».
- (ES) Personas sin acceso a la electricidad según la región (en millones)*:** Mientras se espera que hasta el 2030 descienda la población sin acceso a la electricidad a escala mundial, se prevé que, en el África subsahariana, empeorará la situación, debido al elevado crecimiento de la población.
- * Previsión en función del New Policies Scenario (Escenario de nuevas políticas).

native solutions are needed to meet the energy requirement in these regions. Examples include the seasonal operation of gastronomic facilities such as ski huts, or the operation of scientific measuring stations.

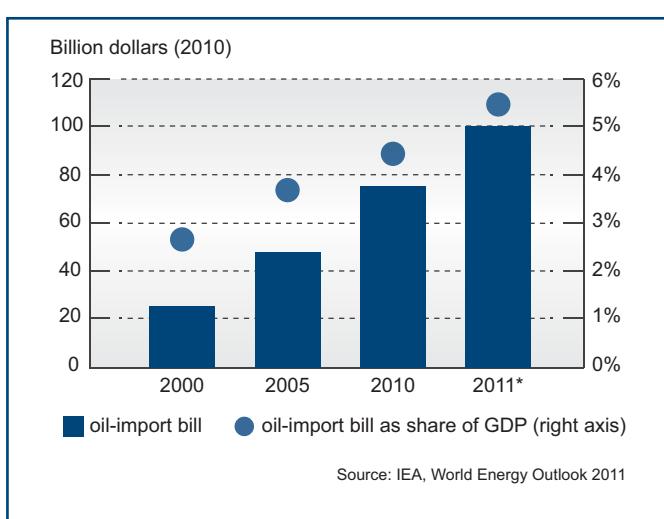
Energy solutions for off-grid regions

An off-grid energy supply – i.e. autonomous and independent of the public grid – is ideal in regions where it is not possible to connect to the public electricity grid or this is not planned due to the high development costs to construct electric-line systems, especially in remote rural areas. In many cases, diesel generators provide the necessary electricity in these areas and power individual homes or village communities via a local mini-grid. Furthermore, local electricity generation systems are installed as a supplement to the public electricity grid if recurring power failures impact the local reliability of supply. What are known as back-up systems then bridge the times in which no electricity is available via the public grid.

Based on a global market analysis by the Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) – the German Energy Agency – of electrification rates, local diesel prices, political and economic conditions, the security situation and data on the rural population, the following countries have been shown to have potential for the use of off-grid applications:

- In Latin America: Columbia, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panama, Peru
- In Asia: Bangladesh, Burma, Cambodia, India, Mongolia, Nepal, Pakistan, Philippines, Sri Lanka
- In Africa: Botswana, Cameroon, Ethiopia, Ghana, Kenya, Mozambique, Namibia, Nigeria, Senegal, South Africa, Tanzania, Togo, Zambia.

In these countries, corresponding applications tend to be highly competitive due to regional circumstances. Autonomous photovoltaics and small wind energy plants, as well as small hydroelectric power plants have a high usage potential. The individual technologies are described below.



- (EN) Oil imports by developing countries with net imports** (in billions of US dollars, 2010). Estimated data (assumption: average price of 100 US dollars / barrel).
- (FR) Importation de pétrole dans les pays en développement avec importation nette** (en milliards de dollars américains, 2010). Estimation (hypothèse : prix moyen de 100 dollars américains/baril)
- (ES) Importación de petróleo de países en vías de desarrollo con importes netos** (en mil millones de dólares estadounidenses, 2010). Datos estimados (supuesto: precio medio de 100 dólares estadounidenses/barril).

Renewable energies: versatile and sustainable

Renewable energies facilitate a versatile use of regionally available energy sources, both off-grid and as a local supplement to unreliable grids. They are low-emission and low-risk with sustainable availability, they replace expensive imported fuels or save fuel being transported over long

distances, they protect the environment and human health and contribute to peace-keeping. Lower investment costs for generation and storage and high prices for fossil fuels mean they are already competitive in many regions of the world in comparison to domestic electricity prices or power generation using diesel generators.

Renewable energy systems that have been carefully designed, installed and professionally operated can provide power and heat reliably. The independence of price trends for sources of fossil fuels means the operating and construction costs for renewable energies are easier to calculate. If the public energy supply grid is expanded at a later date, autonomous systems can be connected afterwards and the energy generated can be fed into the public grid. In respect of feeding renewable energies, governments in 64 countries have already created the statutory framework to give renewable energies priority connection to the public electricity grid and to guarantee a payment to the generators.

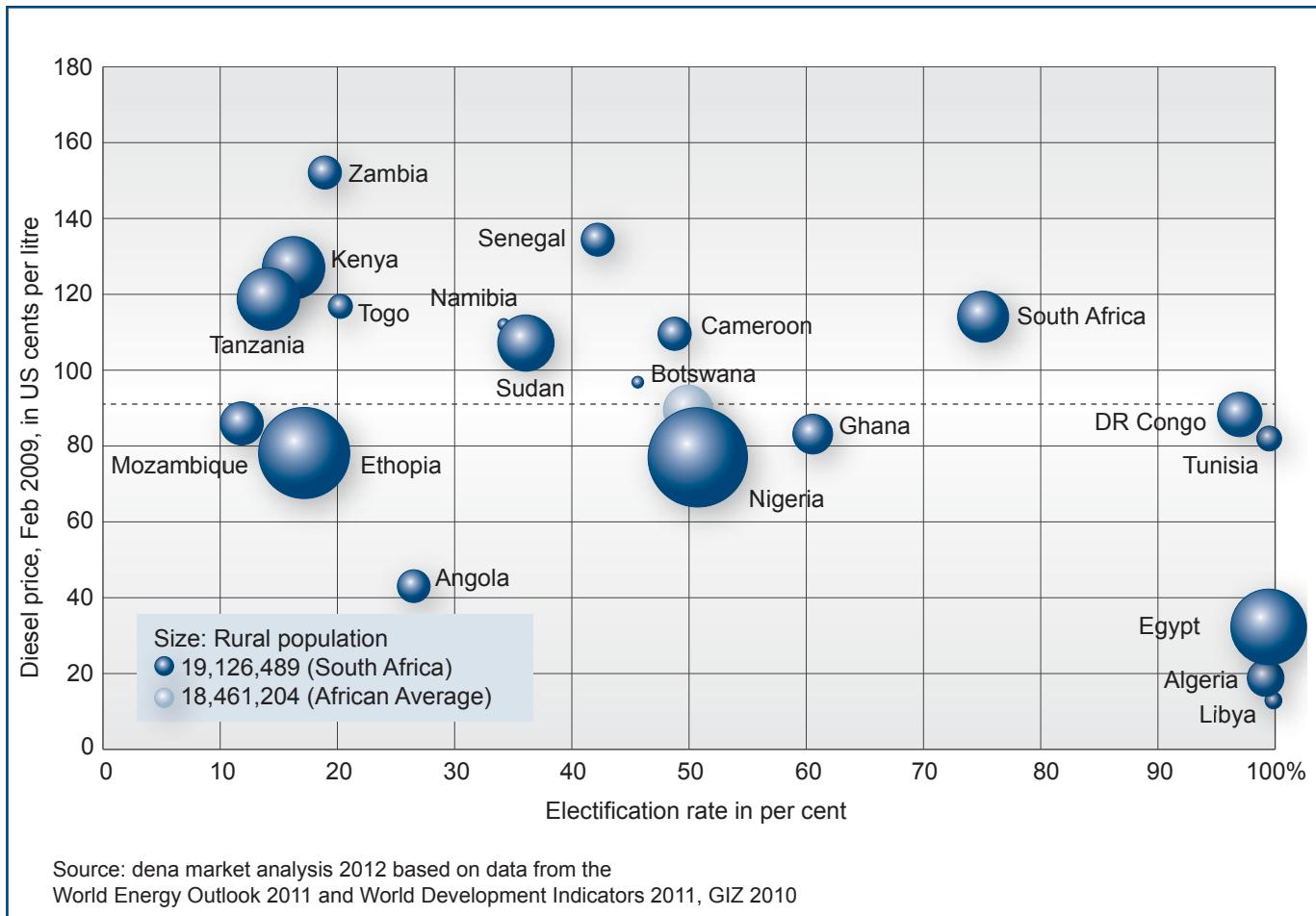
Solar, wind and bioenergy, as well as hydropower, can, either individually or combined, provide energy for many applications independently of the public electricity supply.

Applications	Power supply	Heating/cooling	Mobility
Domestic households	Mobile phones, lighting, computers, sewing machines, radios, TVs	Hot water, room heating, cooking, building A/C	
Agriculture	Water pumps, grain mills, sea water desalination	Drying of agricultural products	
Commerce and services	Machines, computers, scientific measuring stations	Process heat, building A/C	
Public and social facilities	Lighting, refrigerators, medical devices	Building A/C	
Infrastructure	Landline and mobile phone networks, mini-grids, street lighting and road sign illuminations, maritime on-board electrical systems		Vegetable fuels

(EN) Examples of applications of off-grid renewable energies.

(FR) Exemples d'application d'énergies renouvelables sans accès au réseau.

(ES) Ejemplos de aplicación para energías renovables sin acceso a la red.



- (EN) Example: Off-grid markets in Africa:** Weighted in terms of population size. Countries with relatively high diesel prices and lower electrification rates offer good economic conditions for the installation of off-grid systems based on renewable energies.
- (FR) Exemple : Marchés hors-réseau en Afrique :** Évalué en fonction de l'importance de la population. Les pays dans lesquels les prix du diesel sont relativement élevés et les taux d'électrification plutôt faibles offrent des conditions économiques favorables à l'installation de systèmes hors réseau fonctionnant grâce à des énergies renouvelables.
- (ES) Ejemplo: mercados «sin conexión a red» en África:** Ponderado según la población. Los países con elevados precios de diésel y reducidas tasas de electrificación ofrecen buenas condiciones económicas para la instalación de sistemas «sin conexión a red» basados en energías renovables.

Energy in the form of electricity enables a lot of equipment to be operated in rural regions. Photovoltaics, solar thermal power plants, hydropower, wind energy, biodiesel and biogas can generate electricity locally, be used directly to operate electrical equipment or be stored if required. Thermal technologies for using renewable energies facilitate hot water, heating, cooling and drying. Depending on the technology used, renewable energies can also be used directly for cooking or for mobility purposes.



“Thanks to a drastic fall in the cost of PV modules and PV systems, solar coverage rates of 80 per cent and more are now economically feasible in stand-alone systems. As a result, electricity generation costs are falling significantly compared to conventional systems that use diesel generators.”

Dr Matthias Vetter, Head of PV Stand-Alone Systems and Battery System Technology, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE
PV modules, inverters, solar thermal power plants, storage technologies



(FR) L'accès à l'énergie constitue la pierre angulaire du développement économique et social. Sans énergie, les entreprises ne peuvent pas produire et, par conséquent, elles ne sont pas en mesure de créer de l'emploi. L'énergie est nécessaire pour cultiver des aliments, préparer des repas, chauffer les habitations et les écoles, faire fonctionner les hôpitaux et traiter l'eau pour la rendre potable. Elle permet en outre de communiquer et de se déplacer dans le monde entier.

La soif d'énergie au niveau mondial croît parallèlement à l'augmentation de la population mondiale. Cela entraîne une diminution des réserves fossiles et, donc, une hausse et une instabilité toujours plus importante des prix du pétrole. Dans de nombreuses régions du globe, la biomasse, comme le bois, ne repousse pas en quantité suffisante que pour couvrir les besoins énergétiques de l'homme.

De la pauvreté énergétique des régions concernées

Comme précédemment, près d'un cinquième de la population mondiale, soit plus de 1,3 milliard de personnes, n'a toujours pas accès à l'électricité. Pire : près de deux cinquièmes des habitants de la terre (quelque 2,7 milliards de personnes) ne disposent même pas d'équipements propres pour cuisiner. La pauvreté énergétique concerne principalement la population civile de l'Afrique subsaharienne et des pays en développement de l'Asie. 84 pour cent des personnes concernées vivent dans des régions rurales sans être raccordées au réseau public. Cela a des conséquences directes sur la vie quotidienne des ménages concernés : les habitants ne peuvent que rarement utiliser l'éclairage électrique ou des téléviseurs, recharger des téléphones portables ou conserver des médicaments à une température fraîche. Souvent, les groupes électrogènes ne sont pas disponibles ou ne peuvent pas être utilisés en permanence car les prix évoluent ou le carburant est disponible mais en quantité limitée. Même dans les régions raccordées au réseau public, l'accès durable à l'électricité n'est pas toujours garanti. Lorsque les réseaux sont instables, l'industrie de production, l'industrie hôtelière, les instituts de formation ou les hôpitaux ne peuvent pas travailler de manière fiable et doivent recourir à des groupes électrogènes de secours.

La dépendance aux importations d'énergies fossiles engendre une augmentation des effets négatifs sur le plan

macroéconomique. En effet, au cours des dix dernières années, les charges financières des pays en développement qui importent du pétrole brut ont augmenté davantage que leur potentiel économique. En 2011, les dépenses liées à l'importation de pétrole brut avoisinaient les 5,5 pour cent du produit intérieur brut (PIB) de ces pays. Dans l'Union européenne, ces dépenses s'élevaient seulement à 2,7 pour cent du PIB. Aux États-Unis, seulement à 2,5 pour cent.

Actuellement, les institutions politiques du monde entier se préoccupent de l'éradication de la pauvreté énergétique. L'année 2012 a été proclamée par les Nations Unies (ONU) année de l' « énergie durable pour tous ». Si les 191 États-membres de l'ONU veulent atteindre les huit objectifs du millénaire pour le développement qu'ils se sont fixés pour 2015, ils doivent placer l'accès aux services d'énergie modernes au centre de leurs priorités. Pour que le milliard d'êtres humains qui vit dans une pauvreté extrême puisse se développer comme il se doit, il est nécessaire de raccorder les régions éloignées du réseau public, de trouver des alternatives solides ou de définir des conditions politico-juridiques.

Toutefois, les pays en développement et les pays émergents ne sont pas les seuls à présenter des lacunes dans le réseau public d'approvisionnement en énergie. Les pays industrialisés sont également touchés, par exemple dans les régions montagneuses isolées, dans les grandes forêts ou sur les plans d'eau. Afin de pouvoir couvrir les besoins en énergie de ces régions, des solutions alternatives sont ici aussi sur la table. L'exploitation saisonnière d'établissements gastronomiques (chalets de ski) ou de stations d'observation scientifique n'en sont que quelques exemples.

Solutions en matière d'énergie pour les régions éloignées du réseau

Un approvisionnement en énergie hors réseau ou autarcique, c'est-à-dire indépendant du réseau public, peut fonctionner dans les régions qui ne sont pas raccordées au réseau public ou dans les régions où ce raccordement n'est pas prévu en raison des coûts élevés liés à la pose de câbles électriques, en particulier dans les régions rurales éloignées. Souvent, ces régions sont alimentées en électricité au moyen de groupes électrogènes qui approvisionnent les maisons ou les communautés villageoises grâce à une mini-centrale locale. Par ailleurs, lorsque les pannes de courant à répétition menacent la sécurité d'approvisionnement locale, le réseau public est en partie alimenté par des

systèmes de production de courant décentralisés. Les systèmes dits de « de back-up » permettent de faire face aux périodes pendant lesquelles le courant n'est pas disponible via le réseau public.

Sur la base d'une analyse de marché globale de l'Agence allemande de l'énergie (dena) sur les taux d'électrification, les prix locaux du diesel, les conditions-cadres politiques et économiques, l'état de sécurité ainsi que les données de la population rurale, les pays suivants se distinguent par un potentiel élevé de mise en place d'applications hors réseau :

- En Amérique latine : Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaïque, Colombie, Nicaragua, Panama, Pérou
- En Asie : Bangladesh, Inde, Cambodge, Mongolie, Myanmar, Népal, Pakistan, Philippines, Sri Lanka
- En Afrique : Éthiopie, Botswana, Ghana, Cameroun, Kenya, Mozambique, Namibie, Nigéria, Zambie, Sénégal, Afrique du Sud, Tanzanie, Togo.

Dans ces pays, les applications ont tendance à être relativement concurrentielles compte tenu des réalités régionales. Les installations photovoltaïques et les petites installations éoliennes autarciques ainsi que les petites centrales hydro-électriques disposent d'un grand potentiel d'utilisation. Les différentes technologies sont décrites ci-dessous.

Énergies renouvelables : polyvalentes et durables

Les énergies renouvelables permettent d'utiliser les sources d'énergie disponibles au niveau régional de multiples manières. Que ce soit en marge du réseau public ou en complément décentralisé aux réseaux peu fiables. Les énergies renouvelables ne présentent que quelques risques et sont faibles en émissions. Elles sont disponibles à long terme et peuvent se substituer aux carburants coûteux qu'il faut importer. En outre, ces énergies évitent le transport de carburants sur de longues distances, elles ne sont pas nocives à l'environnement et à la santé des hommes et contribuent au maintien de la paix. Étant donné que les frais d'investissement liés à la production et au stockage sont réduits et que les prix de l'énergie fossiles augmentent, les énergies renouvelables concurrencent déjà aujourd'hui les prix du courant domestique ou la production de courant au moyen de groupes électrogènes aux quatre coins du globe.

Des systèmes fonctionnant aux énergies renouvelables conçus, installés et gérés de manière appropriée peuvent garantir la fiabilité du courant et du chauffage. Les frais d'exploitation et le prix de revient des énergies renouvelables sont mieux calculables que ceux des énergies fossiles dont l'évolution des prix est instable. Si, par la suite, le réseau public est agrandi, il est toujours possible d'y raccorder les installations autarciques et d'y injecter l'énergie produite. Les gouvernements de 64 pays ont mis au point des conditions-cadres légales, qui régissent l'alimentation au moyen d'énergies renouvelables. Celles-ci garantissent à la fois la priorité du raccordement au réseau public et une rétribution pour le producteur.

La bioénergie, les énergies solaire et éolienne ainsi que l'énergie hydraulique peuvent, individuellement ou combinées l'une à l'autre, produire de l'énergie, indépendamment du réseau public, et être utilisées de multiples manières. L'énergie sous forme d'électricité permet d'utiliser de nombreux outils dans les régions rurales. Grâce au photovoltaïque, aux centrales solaires thermiques, à l'énergie éolienne, au biodiesel et au biogaz, il est possible de produire du courant décentralisé qui peut être utilisé directement pour faire fonctionner des appareils électriques. Si nécessaire, cette énergie peut d'abord être stockée. Les technologies thermiques destinées à l'emploi d'énergies renouvelables permettent de réchauffer de l'eau, chauffer, refroidir ou sécher. En fonction de la technologie employée, les énergies renouvelables peuvent aussi être utilisées directement pour cuisiner ou pour se déplacer.

« Grâce à une baisse drastique du coût des modules et des systèmes photovoltaïques, des taux de couverture solaire de 80 pour cent et plus sont aujourd'hui économiquement réalisables dans les systèmes autonomes. Par conséquent, les coûts liés à la production d'électricité baissent de manière significative par rapport aux systèmes conventionnels qui utilisent des générateurs diesel. »

Dr Matthias Vetter, Responsable des systèmes photovoltaïques autonomes et de la technologie en matière de système de batterie, Institut Fraunhofer pour les systèmes d'énergie solaire ISE
panneaux PV, onduleur, centrale thermique solaire, technologies de stockage



(ES) El acceso a la energía es la base para el desarrollo socioeconómico. La energía es el requisito para que las empresas produzcan y se creen nuevos puestos de trabajo. Es necesaria para cultivar y elaborar alimentos, caldear viviendas y escuelas, gestionar hospitales y proporcionar agua potable. Asimismo, la energía permite una comunicación y movilidad a escala mundial.

En vista de una creciente población mundial, también aumenta el hambre de energía en el mundo. Sin embargo, esto conlleva un descenso de las reservas de combustibles fósiles y un incremento de los precios cada vez más volátiles del petróleo. En muchas regiones de la Tierra, la biomasa, como la madera, no rebrota lo suficiente como para cubrir *in situ* la demanda de energía que requiere el humano.

Regiones afectadas por la pobreza energética

Casi una quinta parte de la población mundial (más de 1,3 mil millones de personas) siguen sin acceso a la electricidad. Incluso dos quintas partes de las personas en la Tierra (aproximadamente 2,7 mil millones de personas) ni siquiera disponen de condiciones higiénicas para cocinar. La pobreza energética afecta sobre todo a la población en el África subsahariana y los países en vías de desarrollo de Asia. El 84 por ciento de los afectados viven en regiones rurales sin conexión a la red eléctrica pública. Esto repercutе directamente en la vida cotidiana de los hogares afectados. Por ejemplo, en estos hogares, el alumbrado eléctrico y la televisión no funcionan, o solo funcionan de forma irregular, no pueden cargarse los teléfonos móviles ni conservarse los medicamentos de forma fiable en frío. Tampoco se dispone de muchos generadores diésel o, debido a la evolución de los precios o la disponibilidad limitada de los combustibles, no pueden accionarse permanentemente. Incluso en regiones con conexión a la red eléctrica pública, no siempre se garantiza un acceso sostenible a la electricidad. Si las redes son inestables, las empresas productoras, los centros de enseñanza, los hospitales o el ramo de la gastronomía no pueden gestionarse de forma fiable y dependerán de grupos de alimentación de emergencia.

De la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles surgen, además, efectos negativos para la economía en general. De este modo, en los últimos diez años, se incrementó la deuda de los países en vías de desarrollo que

dependen de las importaciones de petróleo, en lugar de sus recursos económicos. En 2011, los gastos de importación de petróleo ascendieron aproximadamente al 5,5 por ciento del producto interior bruto (PIB) de estos países. En cambio, en la Unión Europea, los gastos anuales de importación de petróleo solo ascendieron al 2,7 por ciento del PIB; en Estados Unidos, incluso solo al 2,5 por ciento.

Actualmente, las instituciones en todo el mundo fijan su atención en la erradicación de la pobreza energética. Naciones Unidas (ONU) proclamó el año 2012 como año internacional de la «energía sostenible para todos». El acceso a los modernos servicios energéticos es el motor principal para lograr hasta el 2015 los ocho objetivos de desarrollo del milenio vinculantes para los 191 estados miembros de la ONU. Con el fin de posibilitar el desarrollo necesario de las más de mil millones de personas que viven en condiciones de pobreza extrema a escala mundial, deben conectarse las regiones remotas al suministro energético público o facilitar alternativas firmes, es decir, crear las condiciones político-jurídicas para ello.

Pero no solo se hallan lagunas en la red de abastecimiento energético público de los países en vías de desarrollo y emergentes, sino que también existen en países desarrollados, por ejemplo, en apartadas regiones montañosas, en bosques extensos o en grandes masas de agua. Para poder cubrir las demandas de energía de esas regiones, se requieren asimismo soluciones alternativas. Algunos ejemplos son el funcionamiento de instalaciones gastronómicas de temporada, como los refugios de montaña, o el funcionamiento de estaciones científicas de medición.

Soluciones energéticas para regiones remotas

Un abastecimiento energético remoto y autárquico, es decir, independiente de la red de abastecimiento público, es idóneo para regiones en las que no existe una conexión al abastecimiento energético público o que, debido a los elevados gastos de urbanización para la construcción de una red de distribución eléctrica, ni siquiera está planeada, especialmente en apartadas zonas rurales. Con frecuencia son los generadores diésel los que suministran la electricidad necesaria en estas zonas, abasteciendo casas independientes o municipios rurales a través de una minired local. Asimismo, se instalan sistemas de producción de energía descentralizados como complemento al abastecimiento energético público, cuando los recurrentes cortes de

corriente afectan de forma negativa a la seguridad de abastecimiento local. Es entonces cuando los denominados sistemas de reserva cubren los intervalos en los que la red pública no puede suministrar electricidad.

Fundamentándose en el análisis del mercado de la Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) con relación a las tasas de electrificación, los precios locales de diésel, las condiciones marco de orden político y económico, la situación de la seguridad, así como los datos que conciernen a la población rural, destacan los siguientes países por su elevado potencial para usar las aplicaciones «sin conexión a red»:

- En América Latina: El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, Colombia, Nicaragua, Panamá y Perú.
- En Asia: Bangladés, India, Camboya, Mongolia, Myanmar, Nepal, Pakistán, Filipinas y Sri Lanka.
- En África: Etiopía, Botsuana, Ghana, Camerún, Kenia, Mozambique, Namibia, Nigeria, Zambia, Senegal, Sudáfrica, Tanzania y Togo.

En estos países, existen aplicaciones correspondientes que suelen resultar muy competitivas, debido a los acontecimientos regionales. Las instalaciones independientes de energía fotovoltaica y las pequeñas instalaciones de energía eólica, así como las instalaciones hidráulicas menores, disponen de un elevado potencial de aplicación. A continuación, se describen las diferentes tecnologías.

Energías renovables: polivalentes y sostenibles

Las energías renovables permiten un uso polivalente de las fuentes de energía regionales existentes, tanto alejadas de la red eléctrica pública como en calidad de complemento descentralizado de redes poco fiables. No acarrean riesgos ni producen apenas emisiones, están disponibles de forma

sostenible, sustituyen a los caros combustibles importados, es decir, suprinen el transporte de carburantes a grandes distancias, son respetuosas con el medio ambiente y la salud humana y contribuyen al mantenimiento de la paz. Gracias al descenso de los gastos de inversión para la producción y la acumulación, así como el aumento de los precios de combustibles fósiles, en muchas regiones de la Tierra ya resultan competitivas en comparación con los precios de la electricidad doméstica o la producción de corriente mediante generadores diésel.

Los sistemas de energías renovables planeados cuidadosamente, instalados y explotados de forma competente pueden generar electricidad y calor de forma fiable. Debido a la independencia de la evolución de los precios para los recursos de energía fósiles, pueden calcularse mejor los gastos de producción y explotación de las energías renovables. Si la red pública de abastecimiento energético se ampliara en otro momento, podrían conectarse posteriormente instalaciones independientes y alimentar así la red pública con la electricidad generada. Para la alimentación de energías renovables, los gobiernos de 64 países ya han aprobado legalmente unas condiciones marco que garantizan que las energías renovables tengan prioridad de conexión a la red eléctrica pública, así como una remuneración para el productor.

La energía solar, eólica y la procedente de biocombustible, así como la hidráulica, pueden, de forma individual o combinada, generar energía para una multitud de aplicaciones, independientemente del abastecimiento energético público. La energía en forma de electricidad permite el funcionamiento de numerosos equipos en las regiones rurales. Gracias a la energía fotovoltaica, hidráulica y eólica, las centrales termosolares, el biodiésel y el biogás, puede generarse electricidad descentralizada con el fin de usarla directamente para el funcionamiento de equipos eléctricos o, en caso necesario, acumularla primero. Las tecnologías térmicas para el aprovechamiento de las energías renovables permiten preparar agua caliente, calentar, refrigerar y secar. Según la tecnología que se utilice, pueden aplicarse las energías renovables incluso directamente para cocinar o para fines de movilidad.

«Gracias a la gran disminución del coste de los módulos y los sistemas FV, las tasas de cobertura solar del 80 por ciento y superiores son viables económicamente en sistemas autónomos. Como resultado, los costes de generación eléctrica disminuyen sustancialmente en comparación con los sistemas tradicionales que emplean generadores diésel.»

Dr. Matthias Vetter, responsable de tecnología de sistemas de batería y sistemas FV autónomos, Instituto Fraunhofer de sistemas de energía solar ISE
modulos FV, inversor, instalaciones termosolares, tecnología de almacenamiento



(EN) Technologies for using renewable energies

(FR) Technologies permettant d'utiliser des énergies renouvelables

(ES) Tecnologías para el aprovechamiento de energías renovables

(EN) Solar energy

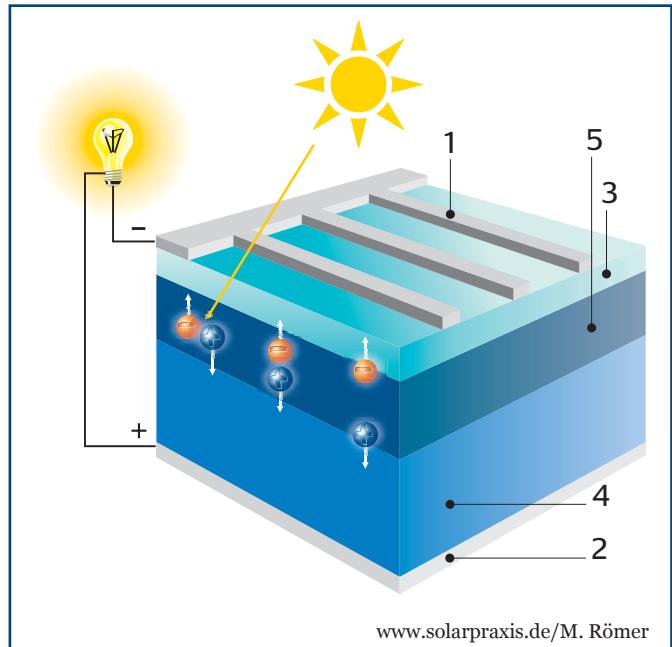
In just one hour the sun delivers more energy to Earth than the world uses in an entire year. This solar energy can be utilised in many ways. Photovoltaic systems convert sunlight directly into electrical energy. They can both supply individual households with electricity and be used to construct off-grid island systems. Solar thermal installations are suitable for heating drinking water, supporting heating and solar cooling, whilst solar-thermal power plants can supply individual towns or remote, congested areas with power.

Photovoltaics

Photovoltaics can be used in almost all regions of the Earth and often represent the most cost-effective option for local electric power generation, especially in countries with high levels of year-round solar radiation. Photovoltaic cells enable sunlight to be converted directly into electrical energy. When light (photons) reaches the layers of semiconductor material in the solar cell, free charges are generated by means of the so-called photoelectric effect, which can flow off as electrons through an electric conductor. In order to achieve larger capacities, many solar cells are combined and connected to form a solar module. Silicon is most commonly used as the semiconducting material, in particular crystalline silicon which has been tried and tested over decades.

The output of a PV system is greatest when the sun hits the module surface vertically. Therefore, the system should ideally always follow the current position of the sun. In practice, manual re-positioning three times during the day is sufficient. In larger systems (200 W and above), automatic tracking using light-sensitive cells and an electric motor may be more economical.

The direct current (DC) produced by means of photovoltaics can be used immediately to run electrical devices designed specifically for DC uses (e.g. DC refrigerators, TVs, radios or lamps) or stored in batteries. The electricity produced during hours of sunlight is stored in a battery and is available for use at night or during periods of bad weather. A charge regulator checks the charge status of the battery and protects against overloading and complete discharge. In most off-grid systems, the electricity is initially stored in batteries. In larger systems in which conventional generators provide the basic load, no batteries are needed.



www.solarpraxis.de/M. Römer

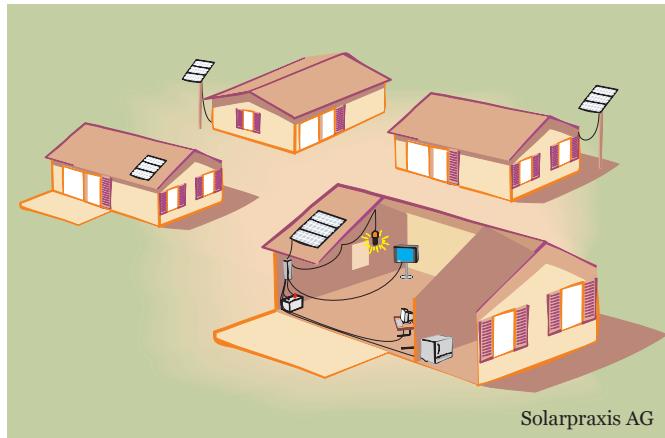
(EN) Diagram of a solar cell: 1) Negative electrode 2) positive electrode
3) n-silicon 4) p-silicon 5) barrier layer.

(FR) Schéma de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque : 1) Électrode négative 2) électrode positive 3) silicium dopé N 4) silicium dopé P 5) couche limite.

(ES) Esquema funcional de una célula fotovoltaica: 1) Electrodos negativos 2) electrodos positivos 3) silicio tipo n 4) silicio tipo p 5) capa límite.

Moreover, PV-assisted systems can provide water to supply the rural population and cattle. Solar water pumps pump water from the spring to a higher tank when the sun is shining. This means the water stored in the tank is also available for immediate use at night, obviating the need to use batteries. Furthermore, photovoltaics can provide drinking water via solar ultrafiltration, as well as sea water desalination by driving pumps and PV-operated reverse osmosis.

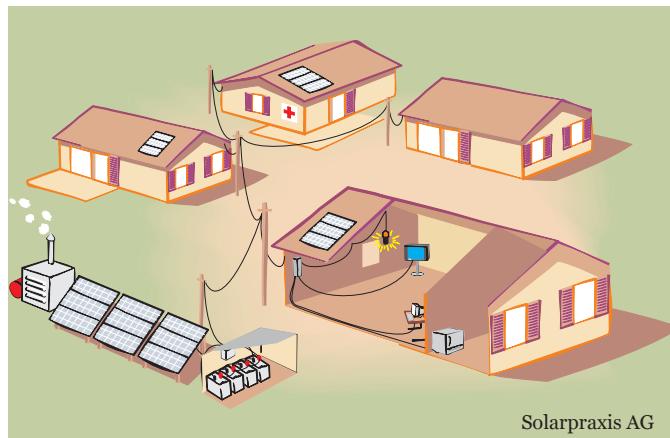
Solar home systems (SHS) supply electricity for domestic households, e.g. to operate lights, radios, TVs, computers, sewing machines etc. They generally have an output of up to 250 Wp and consist of a solar module, a battery and a charge regulator and – for greater loads – possibly also a DC / AC inverter. This facilitates the operation of AC devices. SHS are available as fully integrated, compact systems. The available output can be adapted to individual requirements. Moreover, SHS are easy to install and operate and have only low maintenance requirements. Pre-pay-



(EN) Solar home systems (SHS).

(FR) Solar home systems (SHS).

(ES) Sistemas domésticos de energía solar (SHS).



(EN) A PV-operated island system supplies a village community with electricity.

(FR) Un système isolé fonctionnant au photovoltaïque alimente une communauté villageoise en courant.

(ES) Una instalación aislada de la red, accionada por energía fotovoltaica, suministra electricidad a un municipio rural.

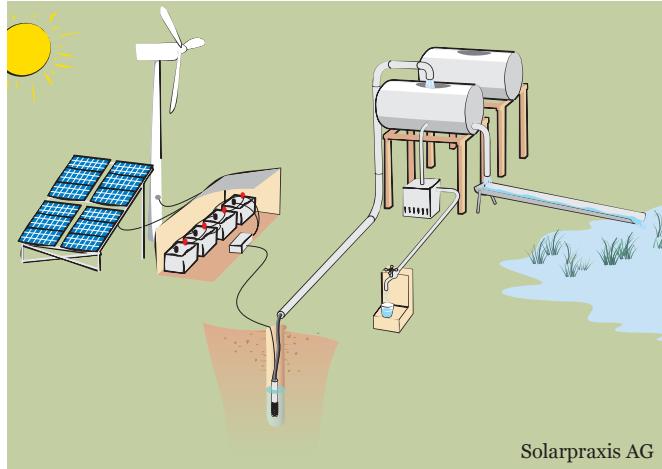
ment systems, which are used by various consumers to utilise the generated energy and pay for it in small units, can easily be integrated. Larger-scale autonomous PV systems comprising multiple solar modules switched in series are called **Solar Residential Systems**. They provide power to hospitals and schools, for example. Small SHS of 1–10 kW in size are called **PicoPV systems (PPS)**. They consist of a small solar module and a battery and are particularly suited for connecting lights, small mobile communications devices or radios.

towns. In order to feed the supply into the mini-grids, an inverter has to first convert the electricity into alternating current (AC). Here, too, a storage module (e.g. battery) is integrated to ensure that electricity is available when required, even during periods of insufficient solar radiation. As a rule, a mini-grid uses low AC voltage (220 or 380 V) with centralised generation and storage. The installed capacity is usually between 5 and 300 kW; larger systems are also possible. Larger mini-grids are able to power several buildings, a village or even a small town.

"We regard off-grid systems as a chance to create independent systems that meet the individual requirements of every single energy consumer."

Russon Semere, Technical Director, Phaesun GmbH
project engineer, project developer, dealer | solar home systems, solar powered technology, wind turbines, Off-grid systems

Photovoltaics can also be used to construct off-grid **island systems**. Such mini-grids can supply electricity to facilities ranging in size from individual buildings up to several small



- (EN)** Solar and wind-operated water pump with integrated storage module.
- (FR)** Pompe d'eau fonctionnant aux énergies solaire et éolienne avec accumulateur intégré.
- (ES)** Bomba de agua activada por energía eólica y solar con panel de almacenamiento integrado.



- (EN)** Benadir region, Somalia: This pumping system with a system size of 4.275 kWp supplies water for drinking and livestock watering, pumping an average of 33 m per day at 112 m total dynamic head (TDH).
- (FR)** Région de Benadir, en Somalie: ce système de pompage d'une puissance de 4,275 kWc fournit de l'eau potable et de l'eau pour l'abreuvement du bétail, pompage moyen de 33 m par jour à 112 m de hauteur manométrique totale (HMT).
- (ES)** Región de Benadir (Somalia): este sistema, con un tamaño de 4,275 kWp, proporciona agua potable y agua para abrevaderos y bombea una media de 33 m al día a 112 m de altura dinámica total (TDH, por sus siglas en inglés).



“Solar energy in the sunbelt countries has reached profitability during the last years. Nevertheless due to lack of interest, these markets were never really developed. With our activities in Africa, Latin America and South East Asia, we are trying to change this.”

Fabian Jochem, Head of Off-Grid Power Supply,
juwi Solar GmbH
project engineer, project developer, dealer |
engineering services, solar home systems, hybrid
systems

The German PV industry can look back on long experience. PV modules have been manufactured in Germany since the beginning of the 1990s. A global increase in production volumes has led to a marked fall in the price of the modules. German manufacturers typically guarantee their products for a period of 25 years; however, the actual service life of the modules is likely to exceed this period. The modules should be carefully selected according to local requirements, in order to achieve optimum electricity returns and capital net yields, as well as system longevity and fit. In addition to the pure module costs (price per kilowatt), the system costs (“production costs”) per kilowatt-hour generated should also be taken into account when selecting photovoltaic modules. Locations exposed to high levels of direct solar radiation make investments in this technology more profitable.

The following providers offer solutions in the field of photovoltaics: abakus solar AG, cebeEnergy GmbH, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, Intersolar Europe 2013, juwi Holding AG, Phaesun GmbH, Phocos AG, Smart Energysystems International AG and SMA Solar Technology AG.



Wagner & Co, Cölbe

- EN** Six connected thermosiphon systems reliably supply hot water to the communal areas and canteen of a brewery in Kampala, Uganda, every day without relying on electricity or fuels.
- FR** Sans recourir au courant ou aux combustibles, six systèmes de thermosiphon reliés entre eux fournissent quotidiennement de l'eau chaude aux espaces sociaux et aux cantines d'une brasserie à Kampala, en Ouganda.
- ES** Sin necesidad de electricidad o combustibles, seis sistemas de termosifón conectados entre sí abastecen agua caliente cada día y de forma fiable a las salas de estar y el comedor de una fábrica de cerveza en Kampala (Uganda).

Solar thermal power plants (CSP)

Solar thermal power plants (CSP) use the energy of the sun to generate electricity using concentrating parabolic reflector systems. The reflector systems concentrate the solar radiation into a collector where it is initially converted into thermal energy and then generally converted into electricity via steam turbines. There are four different configurations of concentrating reflector systems: linear concentrating systems such as parabolic trough and Fresnel collectors, and point focus concentrating systems such as solar towers and dishes (parabolic). All systems must track the sun in order to be able to concentrate the direct radiation. By integrating a heat reservoir, solar thermal power plants are also able to store the heat that is initially generated and hence generate electricity in the evening and at night, too. This means they can make a critical contribution to foreseeable, demand-oriented electricity generation.

Dish-Stirling-Systems are ideal as stand-alone systems. A parabolic reflector mirror (dish) concentrates the solar radiation onto the receiver of a connected Stirling engine. The engine then converts the thermal energy directly into mechanical work or electricity. Dish-Stirling-Systems can also operate in overcast conditions or at night without the need to integrate a heat reservoir, by using other heat sources such as the combustion of natural gas. They also offer the possibility of interconnecting several individual systems to create a solar farm, thus meeting an

electricity demand from ten kW to several MW. Dish-Stirling systems can also be integrated into island systems.

For medium-sized, off-grid industrial needs, such as mining, which has other infrastructure requirements (electricity, cooling/heating, water treatment), **hybrid systems**, consisting of a Concentrated Solar Power (CSP) system, a reservoir and a gas or diesel-powered generator are recommended. The electricity generation costs of CSPs may be lower than those of a gas or diesel-powered generator which is therefore only used as a back-up. In principle, electricity generation using CSP becomes more economic the larger the system is.

Alternatively, the heat energy generated using CSP can also be used for sea water desalination or, using a heat exchanger, for cooling.

Solar thermal energy

The use of solar energy to generate heat is a tried and tested technology and has been used for decades. Solar thermal energy can be used for heating drinking water (e.g. for hotels and hospitals), heating, cooling or dehumidifying the air, for providing process heat, for drying purposes and for solar sea water desalination. Solar collectors are even suitable for use in areas with low solar radiation and shorter periods of sunshine. The heat is either stored in solar reservoirs (insulated drinking water tanks) or used immediately.

There are different types of solar collectors. The simplest form of collector is the unglazed plastic absorber: black plastic mats which are typically used to heat the water in swimming pools. They reach temperatures from 30 – 50°C and can contribute to reducing the running costs of the swimming pool. Flat-plate collectors usually operate at temperatures ranging from 60 – 90°C. Air collectors heat air and are usually used to heat buildings or dry agricultural products directly without intermediate storage. Integrating air-water-heat exchangers can also enable these systems to heat water. Evacuated tube collectors achieve even higher temperatures and efficiency factors. Depending on the site, a well-designed water heating system can deliver 60 – 80 per cent of heat requirements.

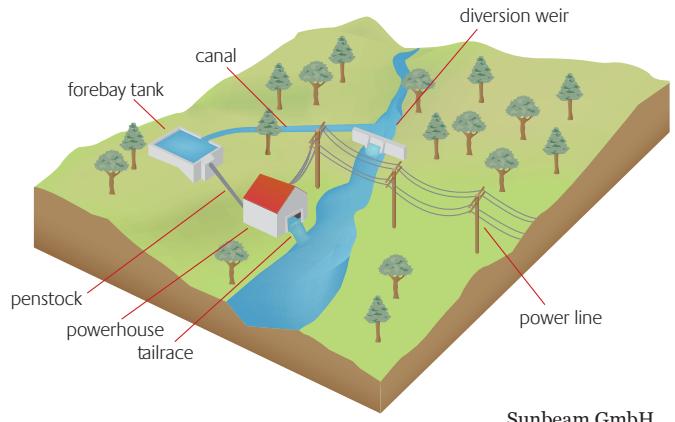
With **solar-aided cooling**, the heat captured via solar collectors is used to power the cooling equipment. This technology can be used to reduce the power consumption and air-conditioning costs on a long-term basis. However, at present the installation costs are still higher than those for conventional cooling systems.

German solar thermal energy companies have many years of comprehensive experience in producing, planning and building solar heating systems and their components. The German solar thermal industry is a global leader.

Solar cookers

Solar cookers concentrate the energy from solar radiation at the focal point of a parabolic reflector. Concentrating the sunbeams creates high temperatures at the focal point, where a pot or pan can be placed to cook or fry food. Solar cookers have the advantage that they save on both firewood and the time needed to collect firewood. However, the cooker can only be used during the day, from around an hour after sunrise to an hour before sunset.

If energy needs are greater (e.g. community or large kitchens) and there is a physical separation between the kitchen and the reflectors, the reflectors can be used to generate steam which is conducted into the kitchen. The reflectors can be made to track the sun through the day using a photovoltaic control. The steam also serves as a storage medium.



Sunbeam GmbH

- (EN)** Construction of a typical small hydroelectric power plant. Energy is generated by the fall of the water from the intake reservoir to the power house, where the generator turbine is located. Many other system arrangements are possible.
- (FR)** Voici comment se présente une installation micro-hydraulique type. La chute d'eau située entre le bassin d'arrivée et la centrale électrique, où se trouve le groupe de turbogénérateurs, fournit de l'énergie. De nombreuses autres dispositions s'appliquent à ce système sont possibles.
- (ES)** Estructura de una típica central hidráulica pequeña. La energía se consigue a través de la altura de caída del agua de la cuenca de entrada a la sala de máquinas, en la que se encuentra la turbina del generador. Existen múltiples disposiciones de sistema posibles.

Hydropower

Hydroelectric power plants can reliably generate low-cost electricity over a period of more than 100 years. Their high degree of operational and supply reliability allow fossil fuel costs to be circumvented in the long term and provide a cost-effective way of securing a basic electricity supply. Depending on the type, hydroelectric power plants can store energy and supply electricity quickly on demand. They reduce dependence on and the risks of energy imports and form the basis for economic development in regions without a comprehensive energy supply.



"The small-scale hydro power plant for off-grid operation is the basis for the development in this region, particularly for reducing urban migration, and in the long term, the spur for expanding a national supply network."



Helmut Erdmannsdörfer, Managing Director, Hydro Division, OSSBERGER GmbH + Co manufacturer, project engineer, service & maintenance | hydroelectric power plants



Small and mini hydroelectric power plants use the power of flowing water in streams and rivers to generate electricity. Some configurations require high head heights (a vertical drop of at least 10 – 20 metres), whilst others are designed for the slower flow rate of rivers. There is no international consensus on the definition of small hydropower (SHP). In Germany, plants generating output of up to 1 MW are deemed to be small hydropower. In China, small hydropower can refer to outputs of up to 25 MW, in India up to 15 MW and in Sweden to plants of up to 1.5 MW. A total output capacity of up to 10 MW has become the generally recognised upper limit for small hydropower as established by the European Small Hydropower Association (ESHA). Systems of up to 5 kW are generally designated as mini hydroelectric power plants. Off-grid systems generally have an installed output of up to 300 kW; however, larger systems are possible.

In regions currently lacking an extensive power grid, installing a hydroelectric power plant as the centre of a stand-alone system can support the economic revival of the entire region. It is also easy to connect the system to the public grid.

If there are suitable water courses, the costs of generating electricity using hydropower are generally lower than for small wind power or photovoltaics. The majority of the costs for a mini hydroelectric power plant are not for the turbine generator, but for the measures to develop the project (building water courses, laying pipes, building the reservoir). Various types of turbine are available depending on the head height and the flow rate. A professional site analysis that looks at the expected amount of precipitation, for example, is essential. The Pelton turbine is tried and tested for use with low-output hydropower. It can be suc-

(EN) This wind turbine in Yzeron / Rhone Alpes, France, has a rotor diameter of 7.13 metres and a rated power of 10 kilowatts, which is achieved at a nominal wind speed of 11.0 metres per second (24.6 mph or 21.4 knots).

(FR) Cette éolienne se trouvant à Yzeron, dans la région Rhône-Alpes, est équipée d'un rotor de 7,13 mètres de diamètre et génère une puissance nominale de 10 kilowatts, atteinte à partir d'une vitesse nominale de vent s'élevant à 11 mètres par seconde (24,6 mph ou 21,4 noeuds).

(ES) Esta turbina eólica en Yrezon / Rhone Alpes (Francia) tiene un diámetro de rotor de 7,13 metros y una tasa de potencia de 10 kilovatios, alcanzando una velocidad nominal de viento de 11,0 metros por segundo (24,6 mph o 21,4 nudos).

cessfully used with drops ranging from 7m to over 200 m. For even smaller drops, water wheels or propellers freely positioned in the flow can be used.

The construction of small hydroelectric power plants is much less invasive in nature than the construction of large hydroelectric power plants. In most cases, only a small proportion of the water in the course of the river is used and it is fed back into the river once it has passed the turbine. Nevertheless, legal provisions relating to the protection of bodies of water, nature and the landscape must be taken into account when planning the plant and effective environmental design and offset measures may be implemented, e.g. waterways for fish and other micro-organisms (fish ladders) or improving biodiversity in the plant's storage reservoir (e.g. by laying rock beds).

German companies have been developing, installing and operating hydroelectric power plants for over 100 years. This extensive experience forms the basis for the excellent quality of German products. Hydroelectric power plants designed and produced by German companies can provide outputs ranging from a few kilowatts up to several megawatts. German technology is also being used in many projects currently in planning all over the world.

Custom hydroelectric power plants are available from OSSBERGER GmbH + Co.

Wind energy



Ammonit Measurement GmbH

- EN** Wind speeds should be monitored before setting up a system. This will confirm that the site is suitable and give a good estimate of how much energy one can expect the wind turbine to produce.
- FR** La vitesse du vent doit être surveillée avant de configurer un système, afin de s'assurer que le site est adapté et de donner une estimation correcte de la quantité d'énergie éolienne produite qui peut être attendue.
- ES** La velocidad del viento debe ser controlada antes de la creación de un sistema. Esto confirma que el sitio es adecuado y da una buena estimación de cuánta energía se espera que produzca la turbina.

Wind energy has been used in many regions of the world for centuries. Small wind turbines are suitable for providing a basic electricity supply in off-grid regions. Small wind turbines are defined by the international IEC 61400-2:2006 standard ('Design requirements for small wind turbines'), which describes small wind turbines as those with a rotor sweep area of less than 200 m², corresponding to a nominal output of some 50 kW at a voltage of less than 1,000 V AC or 1,500 V DC. Their towers are usually not higher than 20 metres. Systems that are currently commercially available generally have an output of between 5 and 10 kW.

The output of a wind turbine is directly proportionate to the local wind conditions. Ideally, this should be measured constantly and seamlessly over a period of one year using precision meteorological measuring equipment to record seasonal differences and create a wind energy forecast. A measuring system is selected and constructed according to the regional circumstances and normally consists of the following components: measuring mast, anemometer, wind vanes, temperature sensor, air humidity sensor and barometer. The measuring system should be autonomously powered and weather-resistant; for example, it can be powered using a solar module.

The power curve of the wind turbine can be calculated and the energy output for the various periods of a year forecast based on the results of the wind energy measurement. Building on this, a decision can be made on whether the system is economically viable. The annual distribution of wind available should also be checked in relation to the likely energy demands over the course of the year; a combination with photovoltaics is appropriate to bridge periods of low wind. Wind turbines with larger rotor diameters as used in wind farms can be used in larger island systems.

Detailed legal aspects relating to permits and construction must be checked prior to installing a system; the respective provisions vary from country to country. Buyers should make sure they only acquire certified small wind turbines in order to avoid any risk of damage. Certification under the international EN / IEC 61400-2:2006 standard is ideal.

Bioenergy

Bioenergy is the most important and most versatile source of renewable energy worldwide. Bioenergy in solid, liquid and gaseous form is used to generate electricity and heat, to manufacture biofuels and for cooking. A major benefit of bioenergy is that it can be stored. In addition to wood, biomass includes agricultural waste such as straw and manure as well as various vegetable oils and biogas. Unlike fossil fuels, biomass is emissions-neutral. When it is combusted, it only emits as much carbon dioxide as the plants from which it originates previously took out of the air. However, a climate-neutral use of biomass requires sustainable cultivation of this resource. In traditional use of biomass, the energy content is usually used very inefficiently. As a result, the fuel requirement is very high, contributing to deforestation. The open combustion of biomass in residential buildings is connected with health problems for the people living there.

Solid biomass

Accounting for 9.2 per cent of global primary energy consumption, solid biomass is by far the most important source of renewable energy worldwide due to its widespread non-commercial use for cooking and heating. It accounts for 70.2 per cent of global consumption of renewable energies. The majority of solid biomass is used in developing countries in Asia and sub-Saharan Africa. Here, biomass fuels are traditionally collected outside the commercial economy, often a very time-consuming activity, and then burned on open fires for cooking and heating in the domestic environment. Firewood, agricultural and forestry waste, manure and other unprocessed biomass fuels are also combusted to provide process heat.

In domestic use in developing countries and emerging markets, **improved biomass stoves** save around 10–50 per cent of biomass consumption for the same cooking performance and can therefore contribute to an improvement in the ambient air. Political support and public subsidies, the commitment of non-governmental organisations and private sales have helped ensure that many millions of improved cookers have been installed in private households around the world over the last 25 years. Given average usage, improved biomass stoves must be replaced approximately every five years. The Federal Republic of Germany promotes modern wood-burning ovens that combust biomass in a way that is not harmful to the environment or health and use the energy very efficiently. In sub-Saharan Africa, the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) is supporting a programme to save biomass energy (Programme for Basic Energy and Conservation, ProBEC). In conjunction with government institutions and local small

producers, simply clay and metal stoves are made locally which consume up to 90 per cent less firewood.

Modern heating systems consume biomass very efficiently. Solid biomass can also be used for **electricity generation in cogeneration plants** using combined heat and power. The heat generated can be used to heat stables, residential buildings, greenhouses or to dry agricultural products.

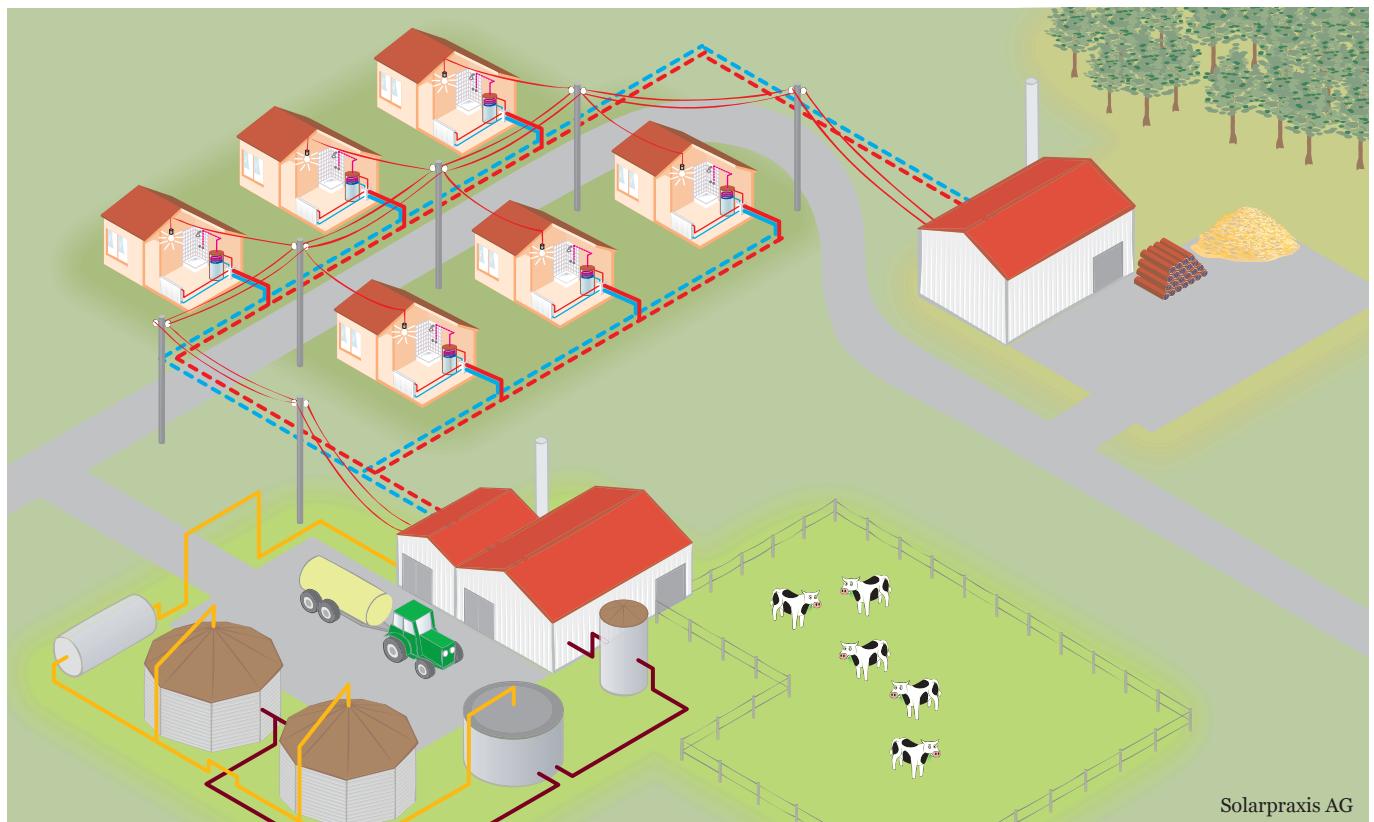
Biogas

Biogas, produced by the fermentation of biomass, is used worldwide to supply energy in various ways: either directly for heat production from combustion, for conversion to electricity with or without the use of waste heat (combined heat and power, CHP), as fuel for natural gas vehicles or directly for cooking. When the gas is combusted in CHPs, the heat produced can be used to heat stables, residential buildings, greenhouses or to dry agricultural products. Biogas plants and combined heat and power plants based on biogas can also be used on a small scale for power supply to domestic households, multiple single households or for economic purposes. A biogas reactor can be operated for around 20 years until it needs to be replaced.

Various anaerobic bacteria are involved in the process of fermenting the organic substance (e.g. organic domestic waste or stable manure) with air and / or oxygen excluded. A decisive factor in the productivity of biogas plants are the microbiological processes that occur during fermentation. Generation of biogas results in a fermentation residue consisting of a mixture of water, mineral components and organic substance that has not biodegraded. This fermentation residue can be used as an agricultural fertiliser.

The German biogas industry has taken a pioneering role in the field of generation and utilisation of biogas. Germany is both the market and technology leader, particularly in the area of gasification based on organic waste and renewable sources.

Within the framework of international cooperation, the Federal Republic of Germany is funding the implementation of small biogas plants in order to preserve natural resources and human health. From 1997–2011, the German KfW development bank helped the government of Nepal to build systems that produce biogas based on cow manure. The systems consist of a subterranean tank (reactor) filled with organic materials (e.g. animal and human excreta) and a pipe system which feeds the gas produced to



- (EN) Biogas can be used to generate electricity and heat, or used directly for cooking. Most biogas CHP systems are grid-connected but off-grid systems are also possible.
- (FR) Le biogaz peut être utilisé pour produire de l'électricité et de la chaleur, ou être utilisé directement pour cuisiner. La plupart des systèmes PCCE sont raccordés au réseau mais des systèmes hors réseau sont également possibles.
- (ES) El biogás se puede utilizar para generar electricidad y calor, o emplearse directamente para cocinar. La mayoría de los sistemas de cogeneración de biogás están conectados a la red, pero también están disponibles sistemas no conectados.

the combustion points. The gas is used to operate cookers and lights. Just two to three cows provide enough manure to operate a small plant. The funds were provided via the Alternative Energy Promotion Center (AEPC) which coordinates the funding policy for alternative energies in Nepal. Some of the funds were used for building costs allowances, whilst the rest went into a fund to facilitate the granting of loans for constructing biogas plants. The farmers were both the customers and operators of the plants and provided 75 per cent of the funding for the plants in the form of cash, loans or their own work. The total potential for biogas in Nepal is estimated at over two million plants. As of July 2011, over 240,000 biogas plants had already been installed in Nepal as part of the funding programme. Furthermore, the KfW climate protection fund has reached agreements with the Nepalese government for the crediting period 2010 to 2017 on the purchase of carbon dioxide certificates generated by the programme. This results in additional revenue which should be used to fund biogas plants.

Liquid biofuels

Liquid biofuels are suitable for mobility purposes and electricity generation; some of them can also be used for cooking. **Bioethanol** is manufactured from various agricultural feedstocks containing sugar and starch. In Europe, cereals and sugar beet are used, while sugar cane is used in Brazil and maize in the USA. As with conventional alcohol, bioethanol is produced by fermenting sugars using yeasts, followed by a purification process.

Biodiesel, on the other hand, is produced from vegetable oil. In principle, any vegetable oil can be used, with rapeseed being the primary source material in Europe and soya oil in South America and the USA. Palm oil, sunflower oil and jatropha oil can also be used. Jatropha oil, for example, can be used as a substitute for fossil diesel and can be used for electricity generation. The plant thrives in areas that are unsuitable for food plants (hot, dry areas), prevents soil erosion, has a high oil content (25–35 per cent)



SMA / Eigg Island (courtesy of Wind & Sun Ltd.)

- (EN)** Eigg Island, Scotland: The Scottish island, which has a population of around 100, has been operating its own island grid since 2008. The hybrid island system with an installed renewable generation output of 166 kW integrates solar energy, wind and hydroelectric power and battery storage. Two diesel generators serve as a back-up. Energy costs have fallen by over 60 per cent since the conversion.
- (FR)** Eigg Island, Écosse : depuis 2008, les quelque 100 habitants de cette île écossaise exploitent leur propre réseau. Le système isolé hybride d'une capacité installée en énergie renouvelable de 166 kW fonctionne aux énergies solaire, éolienne et hydraulique et dispose d'un accumulateur à batterie. Deux groupes électrogènes servent au back up. Depuis l'adoption de ce système, les coûts énergétiques ont diminué de plus de 60 pour cent.
- (ES)** Isla de Eigg (Escocia): desde 2008, los aproximadamente 100 habitantes de las isla escocesa gestionan su propia red insular. La instalación híbrida aislada de la red, con una potencia generada de 166 kilovatios, combina corriente de energía solar, eólica e hidroeléctrica y un acumulador de batería. Los dos generadores diésel sirven de reserva. Desde el cambio, los gastos de energía se han reducido en más del 60 por ciento.

Hybrid systems

and can provide fuel for a period of 30 years. After appropriate processing, used cooking oils and animal fats can also be used to produce biodiesel. However, plant oils vary in their fatty acid composition and thereby in their suitability, also in winter months in colder areas, for use in the form of biodiesel. Untreated vegetable oils can be used as a fuel in diesel engines for mobile and stationary applications (cogeneration plants). However, due to the higher viscosity and lower cetane number of vegetable oil fuel in comparison with diesel fuels, the engines must undergo minor modifications.

Hybrid systems are autonomous electrical systems which integrate more than one source of energy. They are used to supply off-grid power consumers, can meet higher energy demands and provide electricity reliably. The connection of all electricity generators and consumers in DC operation enables a system to be designed or expanded flexibly and in a modular way using standard components. Common configurations consist of photovoltaics with diesel generators (PV / diesel) or wind power with diesel generators (wind / diesel). Optionally conventional diesel can be replaced by biodiesel. It is also possible to integrate a hydroelectric power plant into the system. If the energy requirement is high enough, larger hybrid systems in particular, with a conventional diesel generator are economically interesting: they can be operated at lower costs than plants operated solely on diesel.

What are known as “energy containers” or “power containers” are mobile variants of hybrid systems. With these, a wind turbine, solar module, battery and diesel generator are housed in a conventional freight container. The hybrid system is therefore quickly ready for use at changing locations.



Frank Roger

- (EN)** Installation of an autonomous PV system at the A/C institute in Kano, Nigeria. Due to the metre-thick loam walls, the high rooms and the natural air circulation in the building, there was no need for an air-conditioning system, which meant that fewer panels and batteries had to be installed.
- (FR)** Mise en place d'une installation photovoltaïque autarcique à l'institut du climat de Kano, au Nigéria. En raison des murs en torchis d'un mètre d'épaisseur, des hautes pièces et de la circulation naturelle de l'air dans le bâtiment, on a pu renoncer à la climatisation. Quelques panneaux et batteries ont dû être installés.
- (ES)** Montaje de una instalación fotovoltaica independiente en el Instituto meteorológico de Kano (Nigeria). Gracias a las tapias de más de un metro de grosor, los espacios altos y la circulación natural de aire en el edificio, no hizo falta instalar un sistema de aire acondicionado, por lo que se necesitaron menos paneles y baterías.



"In addition to deploying conventional hybrid off-grid systems, PV can be seamlessly integrated into diesel grids for large-scale consumers using intelligent system technology. A PV diesel hybrid system produces energy at lower costs and more efficiently than simple combustion engines. Intelligent system solutions reduce the consumption of fuel to a minimum and are key to ensuring optimised and efficient plant operation."

Volker Wachenfeld, Executive Vice President Sales & Technology, SMA Solar Technology AG manufacturer | inverters, hybrid systems, Systems engineering

Hybrid systems are available from cebe Energy GmbH, juwi Holding AG, Smart Energysystems International AG and SMA Solar Technology AG.

FR Énergie solaire

Les rayonnements du soleil qui parviennent jusqu'à la terre délivrent en une heure une quantité d'énergie supérieure à la consommation annuelle mondiale. Cette énergie est exploitable de multiples manières. Les installations photovoltaïques transforment directement la lumière du soleil en courant électrique. Elles peuvent être utilisées pour approvisionner des ménages en courant mais aussi pour construire des systèmes isolés. Les installations solaires thermiques conviennent au réchauffement de l'eau potable, au chauffage d'appoint et à la climatisation solaire alors que les centrales solaires thermiques peuvent approvisionner en courant des bourgades voire des agglomérations éloignées.

Énergie photovoltaïque

Le photovoltaïque peut être utilisé dans presque toutes les régions du monde et représente souvent l'option la plus avantageuse de production d'électricité décentralisée, en particulier dans les pays où le rayonnement solaire est élevé tout au long de l'année. L'utilisation de cellules photovoltaïques permet de transformer directement les rayons du soleil en énergie électrique. Sous l'action de la lumière (photons) sur les couches de semi-conducteurs disposées dans la cellule solaire, des charges libres se forment en raison de l'effet dit photoélectrique. Ces charges, sous la forme d'électrons, peuvent se déplacer à travers un conducteur électrique. Pour obtenir de grandes capacités, de nombreuses cellules solaires sont réunies et interconnectées dans un module solaire. Le semi-conducteur le plus utilisé est le silicium, en particulier le silicium cristallin, qui a fait ses preuves depuis des années.

Une installation photovoltaïque atteint sa puissance maximale lorsque le soleil rayonne sur la surface du module à la verticale. Idéalement, l'installation doit donc toujours suivre le soleil. Dans la pratique, il suffit d'effectuer trois réglages manuels au cours de la journée. Pour les installations plus importantes (à partir de 200 W), il est possible d'effectuer un suivi automatique au moyen de cellules photoélectriques et d'un moteur électrique.

Le courant continu (CC) produit à l'aide du photovoltaïque peut être utilisé directement pour faire fonctionner des appareils électriques spécialement conçus pour une utilisation avec ce courant (réfrigérateurs, téléviseurs, radios, éclairage fonctionnant au courant continu). Il peut aussi être stocké dans des batteries. L'électricité produite pendant les heures d'ensoleillement est stockée dans une batterie et peut être utilisée pendant la nuit ou pendant les périodes d'intempéries. Un contrôleur de charge vérifie le statut de la batterie et permet d'éviter que celle-ci ne soit surchargée ou complètement vide. Dans la plupart des systèmes hors réseau, l'électricité est d'abord stockée dans des batteries. Les systèmes plus grands, dans lesquels la charge de base est fournie par des générateurs conventionnels, peuvent fonctionner sans batteries.

Les systèmes fonctionnant au photovoltaïque peuvent en plus traiter l'eau pour approvisionner les populations rurales et le bétail. Les pompes à eau solaires pompent de l'eau des puits pendant les heures d'ensoleillement dans un réservoir placé en hauteur. Ainsi, l'eau stockée dans le réservoir peut être utilisée pendant la nuit et les batteries ne sont de ce fait plus nécessaires. Par ailleurs, le photovol-

taïque permet de purifier l'eau par ultrafiltration solaire et de dessaler de l'eau de mer grâce à des pompes et au principe de l'osmose inverse.

Les **Solar Home Systems** (SHS) fournissent du courant pour les foyers privés, entre autres pour l'éclairage, les radios, téléviseurs, ordinateurs, machines à coudre, etc. Ils disposent en général d'une puissance pouvant atteindre 250 Wp et sont composés d'un module solaire, d'une batterie et d'un contrôleur de charge. En cas de charges plus importantes, ils disposent en plus d'un convertisseur CC / CA. Ce dernier permet d'utiliser des appareils fonctionnant au courant alternatif. Les SHS sont des systèmes compacts et entièrement intégrés. La puissance disponible peut être adaptée aux besoins individuels. De plus, les SHS sont faciles à installer et à utiliser. Ils ne demandent que peu de maintenance. Les systèmes dits de prépaiement, à l'aide desquels différents consommateurs utilisent l'énergie produite et peuvent par conséquent payer en petites unités, peuvent être intégrés sans problème. Les systèmes photovoltaïques autarciques plus grands, composés de plusieurs modules solaires disposés en ligne sont décrits comme des **Solar Residential Systems** (SRS). Ils fournissent du courant entre autres aux hôpitaux et aux écoles. Les **systèmes pico photovoltaïques (PPS)** désignent les petits SHS d'une puissance de 1 à 10 W. Ils se composent d'un petit module solaire et d'une batterie et conviennent particulièrement bien au raccordement d'éclairages, de petits appareils mobiles ou de radios

« Nous considérons les systèmes hors-réseau comme une chance de créer des systèmes indépendants qui répondent aux exigences individuelles de chaque consommateur d'énergie. »



Russom Semere, Directeur technique, Phaesun GmbH
ingénieur projet, développeur, revendeur | systèmes solaires à usage domestique, technique solaire, éoliennes

Le photovoltaïque peut également être utilisé pour la mise en place de **systèmes isolés**. De telles « mini centrales » peuvent approvisionner en électricité des bâtiments isolés, voire plusieurs bourgades. Pour être alimentée par l'intermédiaire d'une mini centrale, l'électricité doit préalablement être transformée en courant alternatif (CA) à l'aide d'un onduleur. Pour garantir un approvisionnement électrique suffisant, même lorsque les rayons du soleil sont trop faibles, il est conseillé d'intégrer un dispositif de stockage (par ex. une batterie). En règle générale, une mini

centrale fonctionne sous basse tension CA (220 ou 380 V) et la production et le stockage sont effectués de manière centralisée. La capacité installée se situe habituellement entre 5 et 300 kW mais de plus grands systèmes sont également possibles. Les mini centrales de plus grande taille sont à même d'approvisionner en courant plusieurs bâtiments, un village ou même une petite ville.

Si les installations photovoltaïques combinées aux installations éoliennes et/ou hydroélectriques, les batteries ainsi que les groupes électrogènes fonctionnant au diesel ou au biocarburant sont réunies en un système isolé (voir aussi : systèmes hybrides, p. 28), cela peut, à long terme, constituer une variante confortable et avantageuse d'un approvisionnement en courant hors réseau. Ces systèmes fournissent de l'électricité au point qu'ils peuvent même répondre aux exigences des foyers relativement modernes (éclairage, réfrigérateur, télécommunication, approvisionnement en eau), ce qui permet de maintenir des services publics de soins (centres de soin, écoles) ainsi que le développement de petites exploitations économiques. Ces systèmes sont conçus de façon modulaire et peuvent être agrandis selon que les besoins en courant augmentent. Ils peuvent aussi être raccordés par la suite au réseau public.

→ « L'énergie solaire dans les pays de la ceinture solaire a atteint son seuil de rentabilité ces dernières années. Néanmoins, en raison d'un manque d'intérêt, ces marchés n'ont pas été réellement développés. Nous essayons de changer cet état de fait avec nos activités en Afrique, en Amérique Latine et en Asie du sud-est. »

Fabian Jochem, Responsable de l'alimentation électrique hors-réseau, juwi Solar GmbH
ingénieur projet, développeur, revendeur | prestations d'ingénierie, systèmes solaires à usage domestique, systèmes hybrides

La branche allemande du photovoltaïque jette un coup d'œil rétrospectif sur une longue expérience. Les panneaux photovoltaïques sont fabriqués en Allemagne depuis le début des années 1990. Les prix des modules chutent à mesure que la production augmente dans le monde entier. Les fabricants allemands accordent généralement une garantie de 25 ans sur les panneaux ; bien que leur durée d'utilisation soit plus longue. Il est, de ce fait, important de les sélectionner avec un soin particulier pour assurer un rendement en courant et des rendements de capitaux optimaux, une durabilité ainsi qu'une adaptabilité du système aux exigences locales. Pour le choix des modules photovoltaïques, il convient de réfléchir non seulement à leur coût (prix au kilowatt), mais également

aux coûts du système par kilowattheure produit (« prix de revient »). Les endroits fortement exposés à un rayonnement solaire direct augmentent la rentabilité d'un investissement.

Les fournisseurs suivants proposent des solutions dans le domaine de l'énergie photovoltaïque : abakus solar AG, cebeEnergy GmbH, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, Intersolar Europe 2013, juwi Holding AG, Phaesun GmbH, Phocos AG, Smart Energysystems International AG et SMA Solar Technology AG.

Centrales solaires thermiques (CST)

Les centrales solaires thermiques exploitent l'énergie du soleil au moyen de systèmes de miroirs paraboliques à concentration pour produire de l'électricité. Ces systèmes de miroir concentrent les rayons du soleil sur un récepteur où le rayonnement concentré est d'abord transformé en énergie thermique avant d'être transformé en électricité par le biais de turbines à vapeur. On distingue quatre configurations différentes de systèmes de miroirs à concentration : les systèmes à concentration en ligne, tels que les capteurs cylindro-paraboliques ou les capteurs à lentille de Fresnel, et les systèmes à concentration en points, tels que les centrales à tour ou les centrales à capteurs paraboliques. Tous les systèmes doivent suivre le mouvement du soleil afin de pouvoir concentrer les rayonnements directs. Les centrales solaires thermiques se distinguent entre autres par la possibilité de stocker d'abord la chaleur produite en l'intégrant à un accumulateur de chaleur, ce qui permet de produire du courant le soir ou la nuit. Cela contribue de manière décisive à la production de courant programmable et répondant aux besoins.

Les systèmes **Dish-Stirling** sont une bonne solution de système insulaire. Un miroir en forme de parabole (dish = plat) concentre la lumière du soleil sur un thermorécepteur, associé à un moteur Stirling monté en aval, qui transforme directement l'énergie thermique en travail mécanique ou en électricité. Les installations Dish-Stirling peuvent être exploitées sans l'intégration d'un accumulateur de chaleur en cas de temps nuageux ou pendant la nuit en utilisant d'autres sources de chaleur telles que la combustion de gaz naturel. Elles offrent également la possibilité de relier plusieurs installations au sein d'un « parc » et de couvrir ainsi une demande comprise entre dix kilowatts (kW) et plusieurs mégawatts (MW). Les installations Dish-Stirling peuvent aussi être intégrées dans des systèmes isolés.



GIZ / Michael Netzhammer

EN These solar cookers produce steam for a solar steam kitchen in India.

FR Ces réchauds solaires produisent de la vapeur pour une cuisine vapeur solaire en Inde.

ES Estas cocinas solares generan vapor para una cocina solar a vapor en India.

Pour les besoins industriels moyens éloignés du réseau public, par exemple dans les montagnes où d'autres infrastructures seraient également nécessaires (par ex. courant, refroidissement/chauffage, traitement de l'eau), les **systèmes hybrides** composés d'une installation CST, d'un accumulateur ainsi que d'un générateur fonctionnant au gaz ou au diesel, représentent une bonne solution. Le prix de revient du courant des centrales solaires thermiques peut être en deçà du prix de production d'un groupe électrogène fonctionnant au diesel ou au gaz. Il sera alors utilisé uniquement comme back up. En principe, plus l'installation est grande, plus la rentabilité de la production de courant au moyen d'une CST augmente.

Une alternative consiste à utiliser l'énergie thermique produite par une CSP pour la désalinisation de l'eau de mer ou pour le refroidissement au moyen d'un onduleur thermique.

Thermie solaire

La production de chaleur à partir de l'énergie solaire est une technologie éprouvée depuis des décennies. La thermie solaire peut servir à réchauffer de l'eau (par ex. pour les hôtels et les hôpitaux), au chauffage domestique, au refroidissement ou à la déshumidification de l'air ambiant, au chauffage industriel, au séchage et à la désalinisation solaire de l'eau de mer. Les capteurs solaires peuvent aussi être utilisés dans les régions à faible rayonnement solaire et à durée de rayonnement plus courte. La chaleur est soit emmagasinée dans des « accumulateurs solaires » (réservoirs d'eau isolés), soit utilisée directement.

Il existe différents types de capteurs solaires. Les absorbeurs représentent la forme la plus simple : il s'agit de tapis noirs en plastique utilisés essentiellement pour chauffer l'eau des piscines en plein air. Ils atteignent des températures comprises entre 30 °C et 50 °C et peuvent contribuer à la réduction des frais d'exploitation des piscines. Les capteurs solaires plans travaillent normalement dans une plage de température de 60 °C à 90 °C. Les capteurs solaires à air permettent de chauffer l'air et de l'utiliser généralement directement, sans emmagasinage intermédiaire, pour chauffer des bâtiments ou sécher des produits agricoles. L'emploi d'échangeurs thermiques à air et à eau permet aussi de réchauffer de l'eau. Les capteurs solaires à tube sous vide obtiennent un rendement et des températures encore plus élevées. Un système conçu de manière optimale pour réchauffer de l'eau potable peut couvrir, en fonction de l'endroit, 60 à 80 pour cent des besoins calorifiques.

Le **refroidissement assisté par énergie solaire** permet de faire fonctionner des machines frigorifiques grâce à la chaleur réceptionnée par des capteurs solaires. Il s'agit d'une technologie qui permettra à long terme de réduire la consommation en courant et les coûts de climatisation. Toutefois, les frais d'installation sont aujourd'hui toujours supérieurs aux systèmes de refroidissement traditionnels.

Les entreprises allemandes de thermie solaire disposent de vastes expériences de longue date dans le domaine de la production, de la planification et de la construction d'installations de thermie solaire et de leurs composants. L'industrie allemande du thermique solaire fait partie des leaders mondiaux.

Réchaud solaire

Les réchauds solaires focalisent l'énergie du rayonnement solaire au centre d'un miroir parabolique. Cette concentration des rayons du soleil engendre des températures élevées au centre du miroir. Cela permet de cuisiner ou de cuire des aliments à cet endroit à l'aide d'une marmite ou d'une poêle. Les réchauds solaires ont l'avantage de ne pas fonctionner au bois, ce qui évite de perdre du temps à en ramasser. Toutefois, le réchaud n'est pas utilisable toute la journée mais une heure environ après le lever du soleil jusqu'à une heure avant le coucher du soleil.

Lorsque les besoins en énergie sont plus importants (par exemple dans des cuisines de communauté ou des grandes cuisines) et que la cuisine est séparée des capteurs, il est possible de créer de la vapeur à partir des capteurs,

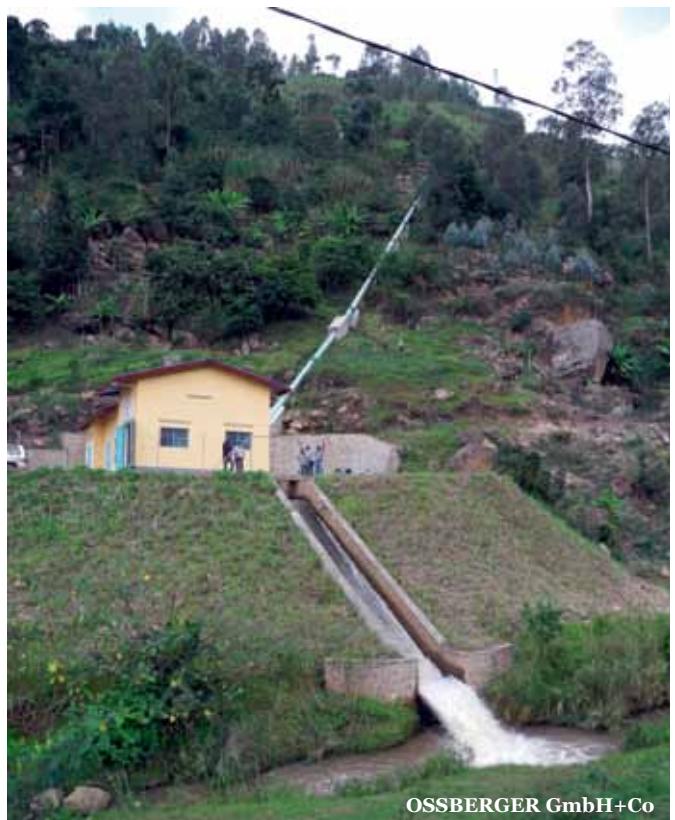
laquelle est ensuite conduite dans les cuisines. Grâce à une commande photovoltaïque, les capteurs peuvent suivre le soleil toute la journée. De plus, la vapeur sert de moyen de stockage.

Énergie hydraulique

Les centrales hydroélectriques, depuis plus de cent ans, fournissent de manière fiable de l'électricité à prix intéressants. La grande sécurité d'exploitation et d'approvisionnement et les frais de combustible échus à long terme offrent une possibilité avantageuse d'assurer un approvisionnement de base en électricité. En fonction de leur type, les centrales hydroélectriques disposent d'une capacité de stockage d'énergie et peuvent, en cas de besoin, réagir rapidement en mettant de l'électricité à disposition. Elles réduisent la dépendance et les risques posés par les importations d'énergie et sont à la base du développement économique de régions qui ne disposent pas d'un approvisionnement énergétique couvrant l'ensemble de leur territoire.

Les centrales hydroélectriques de petite et très petite taille utilisent la force du courant d'eau de ruisseaux et de rivières pour produire de l'électricité. Certaines configurations nécessitent des hauteurs de chute élevées (une chute verticale d'au moins 10 à 20 mètres), d'autres sont prévues pour un débit plus lent. La définition de la petite hydraulique (Small Hydropower, SHP) ne fait pas l'objet d'un consensus international. En Allemagne, on entend par petite hydraulique les installations dont la puissance n'excède pas 1 MW. En Chine, la notion de petite hydraulique se réfère à des puissances allant jusqu'à 25 MW, en Inde jusqu'à 15 MW et en Suède jusqu'à 1,5 MW. La norme harmonisée promulguée par la European Small Hydropower Association (ESHA) prévoit une limite supérieure de capacité de 10 MW pour la petite hydraulique. Ces petites centrales sont, en règle générale, des systèmes d'une puissance maximale de 5 kW. Les installations hors réseau ont en général une puissance installée pouvant atteindre 300 kW ; mais de plus grandes installations sont également possibles.

Dans des régions ne disposant actuellement que de réseaux d'électricité de faible ampleur, une centrale hydraulique au centre d'un système isolé est en mesure de favoriser l'essor économique de toute une région. Il est aussi tout à fait possible de raccorder l'installation au réseau de distribution public.



OSSBERGER GmbH+Co

(EN) Nkora, Rwanda: This 646 kW hydropower plant uses a current of $0.7 \text{ m}^3/\text{sec}$ over a head height of 110.8 m.

(FR) Nkora, Rwanda : cette centrale hydraulique d'une puissance de 646 kW fonctionne à un débit de $0,7 \text{ m}^3/\text{sec}$ grâce à une hauteur de chute de 110,8 m.

(ES) Nkora (Ruanda): esta central hidráulica con una potencia de 646 kilovatios aprovecha a través de una altura de salto de 110,8 metros una corriente de agua de 0,7 metros cúbicos por segundo.



«La petite centrale hydroélectrique pour le fonctionnement hors-réseau est la base du développement dans cette région, en particulier pour diminuer la migration urbaine et, à long terme, l'impulsion d'étendre un réseau d'alimentation national.»

Helmut Erdmannsdörfer, Directeur général, Division Hydro, OSSBERGER GmbH + Co
fabricant, ingénieur projet, entretien & maintenance |
centrales hydrauliques

En présence de cours d'eau, le prix de revient du courant produit dans des centrales hydroélectriques est en général inférieur au prix de celui généré par le petit éolien ou le photovoltaïque. La majeure partie des frais d'une installation micro-hydraulique ne réside pas dans les turbogénérateurs mais dans les mesures liées à la clôture du projet

(construction de canaux, pose de conduites, construction des réservoirs). Il existe différents types de turbines adaptés à la hauteur de la chute et au débit. Il est indispensable de réaliser une étude d'implantation professionnelle qui tient compte, par exemple, des quantités prévisibles de précipitations. Pour utiliser l'énergie hydraulique avec des petites puissances, la turbine Pelton s'avère efficace. Elle est utilisée lorsque les hauteurs de chute sont comprises entre 7 et 200 m. Pour les chutes encore plus petites, il est également possible d'utiliser des roues hydrauliques ou des hélices placées librement dans le courant.

La construction de petites installations hydrauliques porte beaucoup moins préjudice à la nature que les grandes centrales hydrauliques. Dans la plupart des cas, seule une petite partie de l'eau du cours d'eau est utilisée et est ensuite redirigée vers la rivière une fois qu'elle est passée dans les turbines. Toutefois, lors de la planification de l'installation, il convient de tenir compte des dispositions légales en matière de protection des eaux, de la nature et du paysage. Le cas échéant, il faut prendre des mesures de compensation écologique en créant par exemple des trajectoires distinctes pour les poissons (passes à poissons) ou en améliorant la diversité des espèces dans le réservoir de la centrale (par exemple en implantant des lits rocheux).

Des sociétés allemandes développent, installent et exploitent des centrales hydrauliques depuis plus de 100 ans. Ces expériences de longue date constituent la base de l'excellente qualité des produits allemands. Les installations développées et produites par les sociétés allemandes peuvent fournir une puissance allant de quelques kilowatts à plusieurs mégawatts. Plusieurs projets actuellement prévus dans le monde ont recours à la technologie allemande.

Pour des centrales hydrauliques sur mesure, adressez-vous à : OSSBERGER GmbH + Co.

Énergie éolienne

Dans de nombreuses régions du globe, l'énergie éolienne est déjà utilisée depuis des siècles. Les petites installations éoliennes conviennent à l'approvisionnement électrique de base dans les régions éloignées du réseau. La norme en vigueur au niveau international IEC-NORM 61400-2:2006 (« design requirements for small wind turbines ») donne une définition des petites installations éoliennes. Par petites installations éoliennes, on entend toutes les installations dont la surface balayée par le rotor est inférieure à

200 mètres carrés, ce qui correspond à une puissance nominale de quelque 50 kW pour une tension électrique située endéçà de 1000 V CA ou 1500 V CC. En général, le mât ne dépasse pas 20 mètres de haut. Pour les installations actuellement sur le marché, la puissance se situe en général entre 5 et 10 kW.

La puissance d'une turbine éolienne est directement liée aux conditions de vent de l'endroit où elle se trouve. Idéalement, il faudrait mesurer ces conditions de façon constante et complète au cours d'une année à l'aide d'appareils de mesure météorologiques précis. Il faudrait également enregistrer les différences saisonnières et établir des prévisions de l'énergie éolienne. Un système de mesure est choisi et établi en fonction des réalités régionales et réunit, en règle générale, les éléments suivants : un mât de mesure, un anémomètre, un anémoscope, un thermomètre, un indicateur d'humidité et un baromètre. Le système de mesure doit être autarcique en énergie et résistant aux intempéries ; il peut, par exemple, être approvisionné en courant par le biais d'un module solaire.

En se basant sur les résultats de mesure de l'énergie éolienne, il est possible de calculer la courbe de puissance de la turbine éolienne et de pronostiquer le rendement en énergie pour les différentes périodes d'une année. Ces pronostics peuvent influencer la décision à prendre quant à la rentabilité de l'installation. La répartition annuelle de l'offre éolienne devrait être contrôlée en tenant compte également des besoins probables en énergie au cours de l'année ; pour pallier les besoins en périodes moins venteuses, il est possible de combiner l'éolien au photovoltaïque. Les turbines éoliennes qui présentent un diamètre de rotor plus grand, comme celles utilisées dans les parcs éoliens, peuvent être utilisées dans des systèmes isolés plus grands.

Avant d'installer une éolienne, il convient de vérifier des détails liés aux aspects légaux et urbanistiques ; les dispositions varient d'un pays à l'autre. Afin d'éviter des risques de dommages-intérêts, les acheteurs doivent veiller à acheter uniquement des petites installations éoliennes certifiées. Idéalement, la certification est celle qui répond à la norme internationale EN / IEC 61400-2:2006.



Transfair

(EN) Locally operated small biogas plant.

(FR) Petites installations au biogaz à exploitation décentralisée.

(ES) Pequeña planta de biogás descentralizada.

Bioénergie

La bioénergie est la matière énergétique la plus importante et la plus répandue dans le monde. Elle est utilisée sous forme solide, liquide et gazeuse afin de générer de la chaleur, fabriquer des biocarburants ou pour cuisiner. Un des grands avantages de la bioénergie est sa capacité de stockage. Outre le bois, la biomasse comprend aussi les déchets agricoles, tels que la paille et le fumier animal ainsi que diverses huiles végétales et du biogaz. Contrairement aux combustibles fossiles, la biomasse est neutre en émissions. La combustion libère seulement la même quantité de dioxyde de carbone que les plantes desquelles elle provient avant d'en avoir extrait l'air. Toutefois, pour pouvoir utiliser la biomasse sans influencer le climat, il faut que ces ressources soient durables. Dans l'usage traditionnel de la biomasse, la teneur en énergie est souvent très mal utilisée. Les besoins en combustibles sont de ce fait très élevés, ce qui contribue au déboisement des forêts. En outre, la combustion ouverte de la biomasse dans les foyers a des conséquences nuisibles pour la santé des personnes qui y vivent.

Biocombustibles solides

En raison de son usage non commercial largement répandu pour cuisiner ou chauffer, les biocombustibles

solides représentent, avec une part de 9,2 pour cent de la consommation mondiale d'énergies primaires, la première source d'énergie renouvelable dans le monde. Leur part de consommation mondiale d'énergies renouvelables s'élève à 70,2 pour cent. La majeure partie des biocombustibles solides est consommée dans les pays en développement d'Asie et d'Afrique subsaharienne. Dans ces pays, les combustibles issus de la biomasse sont traditionnellement récoltés en dehors de l'économie commerciale, ce qui demande beaucoup de temps, et sont destinés à un usage privé pour la cuisine et le chauffage dans des feux ouverts. La combustion s'effectue à partir de bois de chauffage, de déchets agricoles et forestiers, de fumier et d'autres combustibles issus de la biomasse non traités, également destinés à la mise à disposition de chaleur industrielle.

Dans les pays en développement et les pays émergents, les **fours à biomasse améliorés** à usage domestique économisent, à puissance de chauffe égale, environ 10 à 50 pour cent de la consommation de biomasse et peuvent ainsi contribuer à l'amélioration de l'air ambiant. Grâce au soutien politique et aux subventions publiques, à l'engagement des organisations non gouvernementales ainsi qu'aux

achats privés, plusieurs millions de fours de cuisson améliorés ont été installés dans des foyers privés du monde entier au cours des 25 dernières années. En moyenne, les fours à biomasse améliorés doivent être remplacés environ tous les cinq ans. L'Allemagne encourage l'acquisition de fours à cuisson au bois qui font appel à la combustion de biomasse dans le respect de l'environnement et de la santé tout en utilisant l'énergie très efficacement. En Afrique subsaharienne, le Ministère allemand de la Coopération économique et du Développement soutient un programme visant à économiser l'énergie biomasse (Programme for Basic Energy and Conservation, ProBEC). En collaboration avec les institutions de l'État et les petits producteurs locaux, de simples fours en métal et en terre glaise sont fabriqués sur place et consomment jusqu'à 90 pour cent de bois de chauffage en moins.

Les **systèmes de chauffage modernes** conviennent très bien pour la combustion de biomasse. Les biocombustibles solides peuvent aussi servir à la **production de courant dans des centrales de cogénération** par le biais de la production combinée de chaleur et d'électricité. La chaleur produite peut être utilisée pour le chauffage d'étables, de foyers, de serres ou pour le séchage de produits agricoles.

Biogaz

Le biogaz, qui s'obtient à partir de la méthanisation de la biomasse, est utilisé dans le monde entier dans diverses applications entrant dans le cadre de l'approvisionnement énergétique : directement pour la production de chaleur par combustion, pour la conversion en électricité avec ou sans utilisation de la chaleur perdue (production combinée de chaleur et d'électricité), comme carburant dans les véhicules roulant au gaz naturel ou encore directement pour cuisiner. La chaleur produite lors de la combustion du gaz dans les centrales de cogénération peut être utilisée pour chauffer les étables, les foyers, les serres ou sécher des produits agricoles. Les installations de biogaz et les centrales de production combinée de chaleur et d'électricité fonctionnant au biogaz peuvent aussi être utilisées dans une moindre mesure pour approvisionner les foyers, plusieurs ménages ou à des fins économiques. Un réacteur de biogaz peut être utilisé pendant une vingtaine d'années avant de devoir être remplacé.

Le biogaz résulte du processus de fermentation de substances organiques (déchets ménagers organiques ou fumier) en l'absence d'air ou d'oxygène, à laquelle sont associées diverses bactéries anaérobies. La productivité

d'une installation de méthanisation dépend indiscutablement des processus microbiologiques intervenant pendant la fermentation. Lors de la production de biogaz, il existe un résidu de fermentation formé à partir d'un mélange d'eau, de composants minéraux et d'une substance organique non éliminée. Ce résidu peut être utilisé en tant qu'un engrais agricole.

L'industrie allemande du biogaz joue un rôle précurseur dans les secteurs de la production et de la valorisation du biogaz. L'Allemagne s'affiche aussi bien comme leader du marché que de la technologie, plus particulièrement dans le domaine de la gazéification à base de déchets organiques et de matières premières renouvelables.

Dans le cadre de la coopération internationale, la République fédérale d'Allemagne encourage l'aménagement de petites installations au biogaz afin de préserver les ressources naturelles et la santé humaine. Entre 1997 et 2011, la banque de développement allemande KfW a soutenu le gouvernement du Népal dans la construction d'installations qui produisent du biogaz sur la base de fumier animal. Les installations sont équipées d'un réservoir souterrain (réacteur) rempli de matières organiques (excréments animaux et humains, etc.) et d'un système de conduite qui achemine le gaz produit vers les lieux de combustion. Ce gaz permet de faire fonctionner des réchauds et des lampes. Déjà deux à trois bovins fournissent suffisamment de fumier pour exploiter une petite installation. Les moyens financiers ont été accordés par le Alternative Energy Promotion Center (AEPC) qui coordonne la politique des subventions au Népal en faveur des énergies alternatives. Une partie des subventions a servi à financer la construction tandis que l'autre a été placée dans un fonds qui permet d'attribuer des crédits à la construction d'installations au biogaz. Les agriculteurs étaient à la fois donneurs d'ordre et exploitants des installations et ont participé à 75 pour cent de leur financement : sous forme d'argent liquide, de crédits ou de travaux effectués eux-mêmes. Le potentiel total du biogaz au Népal est estimé à plus de deux millions d'installations. En juillet 2011, plus de 240 000 installations au biogaz avaient déjà été installées dans le pays dans le cadre du programme de subvention. Par ailleurs, le Fonds pour la protection du climat KfW a conclu des accords avec le gouvernement népalais afin d'octroyer des crédits de 2010 à 2017 pour l'achat de certificats de dioxyde de carbone générés par le programme. Les revenus supplémentaires qui en découlent servent à subventionner les installations au biogaz.

Biocombustibles liquides

Les biocombustibles liquides sont adaptés à la mobilité et à la génération d'électricité ; certains peuvent aussi être utilisés pour cuisiner. Le **bioéthanol** est produit à partir de différentes matières premières agricoles à base de sucres et de féculents. En Europe, on utilise des céréales et des betteraves sucrières, tandis qu'au Brésil, on privilégie la canne à sucre et aux États-Unis, l'accent est mis sur le maïs grain. Le bioéthanol est transformé en alcool traditionnel par fermentation éthylique de sucres, à l'aide de levures, pour ensuite être purifié.

En revanche, le **biodiesel** est produit à base d'huile végétale. En principe, il est possible d'utiliser n'importe quelle sorte d'huile végétale. En Europe, on fait plus particulièrement appel à l'huile de colza comme matière première, tandis qu'aux États-Unis et en Amérique du Sud, on privilégie l'huile de soja. L'utilisation d'huile de palme, de tournesol et de jatropha est également adaptée. L'huile de jatropha, par exemple, peut être utilisée comme substitut pour le diesel fossile ou pour générer de l'électricité. Cette plante pousse dans les régions non adaptées aux cultures vivrières (régions chaudes et arides). Elle permet d'empêcher l'érosion des sols et est riche en huile (25 à 35 pour cent). Elle peut approvisionner en combustible pendant 30 ans. Par ailleurs, les huiles alimentaires usagées et les graisses animales conviennent, en fonction de leur traitement, à la fabrication de biodiesel. Les huiles végétales se distinguent malgré tout par leur composition en acides gras et, donc, dans leur aptitude à pouvoir également être utilisées sous forme de biodiesel pendant la période hivernale. Les huiles végétales non traitées peuvent également être utilisées en tant que carburant pour les moteurs diesel, pour des applications mobiles et stationnaires (centrales de cogénération). Leur viscosité importante, comparée aux carburants diesel, ainsi que leur faible indice de cétane nécessitent toutefois une légère adaptation des moteurs.

Systèmes hybrides

Les systèmes hybrides sont des systèmes électriques autarques qui font appel à plusieurs sources d'énergie. Ils sont employés pour approvisionner en courant les habitants isolés, peuvent répondre à une demande en énergie plus élevée et fournir du courant de manière fiable. Le fait de réunir tous les producteurs de courant et les consommateurs en une même exploitation en courant continu permet la construction ou l'extension flexible et modulaire d'un

système incluant des composants standardisés. Les configurations habituelles comprennent une installation photovoltaïque et un groupe électrogène (photovoltaïque/diesel) ou une installation éolienne combinée à un groupe électrogène (éolien/diesel). On peut éventuellement remplacer le carburant diesel conventionnel par du biodiesel. Il est également possible d'intégrer une installation hydroélectrique dans le système. Lorsque les besoins en énergie sont élevés, les systèmes hybrides plus grands avec un groupe électrogène conventionnel sont particulièrement intéressants d'un point de vue économique : ils peuvent être exploités à moindre coût que les stations fonctionnant uniquement au diesel.

« Outre le déploiement de systèmes hors-réseau hybrides conventionnels, la technologie photovoltaïque peut être parfaitement intégrée dans les réseaux diesel pour les gros consommateurs utilisant une technologie de système intelligent. Un système hybride PV-diesel produit de l'énergie à plus faible coût et avec plus d'efficacité que les moteurs à combustion simples. Les solutions basées sur un système intelligent permettent de réduire la consommation de carburant à un minimum et sont essentielles pour garantir un fonctionnement optimal et efficace de la centrale. »

Volker Wachenfeld, Vice-président exécutif Vente & Technologie, SMA Solar Technology AG
fabricante | inversor, sistemas híbridos, Tecnología de sistemas



Les « conteneurs d'énergie » ou « power container » représentent une variante mobile des systèmes hybrides. Ici, les installations éoliennes, les modules solaires, les batteries et les groupes électrogènes sont placés dans un container de fret traditionnel. Ainsi, le système hybride peut être utilisé rapidement à différents endroits.

Des systèmes hybrides sont disponibles chez cebe Energy GmbH, juwi Holding AG, Smart Energysystems International AG et SMA Solar Technology AG.

Energía solar

La radiación solar que incide sobre la Tierra genera más energía en una hora de la que se consume en todo el mundo en el lapso de un año. Esta energía tiene múltiples aplicaciones. Las instalaciones fotovoltaicas convierten la luz solar directamente en corriente eléctrica. Pueden abastecer desde hogares individuales hasta utilizarse para la construcción de instalaciones aisladas de la red. Las insta-

laciones termosolares son idóneas para calentar el agua potable, apoyar el sistema de calefacción y la refrigeración solar, mientras que las centrales termosolares pueden abastecer con electricidad distintos municipios o, incluso, áreas metropolitanas remotas.

Energía fotovoltaica

La energía fotovoltaica puede utilizarse en casi todas las regiones de la Tierra y, con frecuencia, especialmente en los países con una elevada radiación solar durante todo el año, representa la opción más económica para producir energía de forma descentralizada. El uso de células fotovoltaicas posibilita la conversión directa de radiación solar en energía eléctrica. Con la acción de la luz (fotones) en las capas semiconductoras ubicadas en las células fotovoltaicas, se producen mediante el denominado efecto fotoeléctrico cargas libres que pueden fluir como electrones a través de conductores eléctricos. Para lograr mayores capacidades, se agrupan y conectan muchas células fotovoltaicas en un panel fotovoltaico. Como material semiconductor se utiliza mayormente silicio, en particular, silicio cristalino, cuya eficacia se ha contrastado durante décadas.

La instalación fotovoltaica consigue su rendimiento máximo cuando el Sol alcanza de forma vertical la superficie de los paneles. Por tanto, lo ideal es que la instalación se oriente siempre a la altura actual del Sol. En la práctica, es suficiente con ajustarla manualmente tres veces al día. En instalaciones mayores (a partir de 200 vatios), será más rentable una orientación automática a través de fotocélulas y un motor eléctrico.

La corriente continua (CC) generada mediante energía fotovoltaica puede utilizarse directamente para el funcionamiento de equipos eléctricos especialmente diseñados para aplicaciones de CC (por ejemplo, neveras, televisores, radios y lámparas de CC) o acumularse en baterías. La electricidad que se genera durante las horas de sol se acumula en una batería y está lista para usarla durante la noche o en malas condiciones meteorológicas. Un regulador de carga verifica el estado de carga de la batería y protege de la sobrecarga y la descarga completa. En la mayoría de los sistemas «sin conexión a red», la electricidad se acumula primero en baterías. En sistemas mayores, en los que los generadores convencionales generan la carga de base, puede prescindirse de baterías.

Además, los sistemas asistidos por energía fotovoltaica pueden abastecer agua a las poblaciones rurales, así como al ganado. Las bombas solares de agua bombean el agua

durante el día desde un pozo hasta un depósito superior. De esta forma, el agua acumulada en el depósito puede utilizarse también directamente durante la noche, sin necesidad de baterías. Asimismo, la energía fotovoltaica puede producir agua potable mediante la ultrafiltración solar, así como en la desalinización a través del accionamiento de las bombas y la ósmosis de inversión accionada por energía fotovoltaica.

Los **sistemas domésticos de energía solar** (SHS, por sus siglas inglesas) suministran electricidad a las casas particulares, por ejemplo, para encender lámparas, radios, televisores, ordenadores, máquinas de coser, etc. Suelen disponer de una potencia de hasta 250 vatios pico y se componen de un panel solar, una batería, un regulador de carga y, en caso necesario, un inversor fotovoltaico de CA / CC adicional para cargas mayores. Este facilita el funcionamiento de equipos con corriente alterna. Los SHS están disponibles como sistemas compactos y totalmente integrados. La potencia disponible puede adaptarse a las necesidades individuales. Además, los SHS son fáciles de instalar y de gestionar y tienen un reducido gasto de mantenimiento. Los denominados sistemas de prepago se integran sin problemas, gracias a los cuales distintos consumidores utilizan la energía generada, que pueden pagar en pequeñas unidades. Los sistemas fotovoltaicos independientes de mayor envergadura, que constan de numerosos paneles solares conectados en serie, se denominan **sistemas solares fotovoltaicos residenciales** (SRS, por sus siglas inglesas). Por ejemplo, abastecen electricidad a hospitales y escuelas. Los SHS menores del orden de 1 – 10 vatios se denominan sistemas de pico fotovoltaico (PPS). Constan de un pequeño panel solar y una batería y son especialmente aptos para conectar lámparas, terminales móviles o radios.

«Para nosotros, los sistemas sin conexión a red representan una oportunidad para crear sistemas autónomos que cumplen los requisitos específicos de cada consumidor energético.»



Russom Semere, director técnico, Phaesun GmbH
desarrollador de proyectos, asesor de proyectos, comerciante | sistemas solares para hogares, tecnología de fuente solar, instalaciones eólicas

La energía fotovoltaica puede utilizarse para la construcción de instalaciones aisladas de la red. Estas miniredes pueden suministrar electricidad a edificios concretos o incluso a varias poblaciones, aunque la electricidad debe



EN "Solar Campus" off-grid project in Vietnam.

FR Projet hors réseau « Solar Campus » au Vietnam.

ES Proyecto sin conexión a red «Solar Campus» en Vietnam.

transformarse previamente en corriente alterna (CA) con un inversor. Para garantizar el suministro de electricidad, incluso en horas de radiación solar insuficiente, es necesario integrar un panel de almacenamiento (por ejemplo, una batería). Generalmente, una minired utiliza una tensión de CA baja (220 o 380 V), en la que tienen lugar una producción y acumulación centralizadas. La capacidad instalada suele ascender a entre 5 y 300 kilovatios, aunque también se admitan sistemas mayores. Las miniredes de mayor tamaño son capaces de abastecer electricidad a varios edificios, un pueblo o, incluso, una ciudad pequeña.

Si se combina la energía fotovoltaica con un generador que funciona con instalaciones eólicas y / o hidráulicas, baterías, así como con biocombustibles o diésel (consulte también Sistemas híbridos, p. 36), puede lograrse una variante cómoda y rentable a largo plazo en el suministro remoto de electricidad. Estos sistemas proporcionan una cantidad de

electricidad que incluso cumple las necesidades de un hogar relativamente moderno (iluminación, nevera, telecomunicación, abastecimiento de agua, etc.), el mantenimiento de los servicios de abastecimiento público (centros sanitarios, escuelas, etc.), así como el desarrollo de pequeñas empresas. Los sistemas modulares pueden ampliarse con el aumento del consumo de electricidad o conectarse a la red pública con posterioridad.

«La energía solar de los países del cinturón solar ha alcanzado la rentabilidad en los últimos años. No obstante, debido a la falta de interés, estos mercados nunca se han desarrollado de un modo real. Gracias a nuestras actividades en África, Latinoamérica y el Sudeste Asiático, estamos intentando cambiar esta situación.»



Fabian Jochem, responsable del suministro energético sin conexión a red, juwi Solar GmbH
desarrollador de proyectos, asesor de proyectos, comerciante | prestaciones ingenieras, sistemas solares para hogares, sistemas híbridos

El sector fotovoltaico alemán pasa revista a su larga experiencia. Los paneles fotovoltaicos se fabrican en Alemania desde principios de los noventa. El incremento del volumen de producción a escala mundial ha supuesto una clara caída de los precios de los paneles. Los fabricantes alemanes otorgan, por lo general, una garantía de 25 años, aunque la verdadera vida útil de los paneles puede durar más tiempo. Para conseguir un óptimo rendimiento de corriente y de capital, así como longevidad y precisión de ajuste del sistema, relacionado con el perfil local de requerimiento, los paneles deberán seleccionarse con esmero. Además de los gastos de los paneles (precio por kilovatio), en la selección de los paneles fotovoltaicos deberán tenerse también en cuenta los gastos de sistema por kilovatio-hora generado («gastos de producción»). Los lugares con una proporción elevada de radiación solar directa aumentan la rentabilidad de la inversión.

Los siguientes proveedores ofrecen soluciones en el ámbito de la energía fotovoltaica: abakus solar AG, cebeEnergy GmbH, Instituto Fraunhofer para sistemas de energía solar ISE, Intersolar Europe 2013, juwi Holding AG, Phaesun GmbH, Phocos AG, Smart Energysystems International AG y SMA Solar Technology AG.

Centrales termosolares (CSP)

Las centrales termosolares (CSP) aprovechan la energía del Sol con la ayuda de sistemas de espejos parabólicos concentradores para producir corriente. Los sistemas de espejo concentran la radiación solar en un receptor, en el que la radiación concentrada se convierte, primero, en energía térmica y, a continuación, se transforma, por regla general, en electricidad mediante turbinas de vapor. Existen cuatro configuraciones diferentes en los sistemas de espejos concentradores: los sistemas lineales (como los colectores cilindro-parabólicos y los colectores Fresnel) y los sistemas puntuales, como son las torres solares y los discos paraboloides, también conocidos como discos Stirling. Todos ellos tienen que orientarse hacia el Sol para poder concentrar la radiación directa. Las centrales termosolares se distinguen, entre otras cosas, por la posibilidad de almacenar el calor generado a través de la integración de un acumulador térmico, con el que pueden generar electricidad incluso durante las horas de menos radiación solar o inexistente. De este modo, pueden contribuir de forma decisiva a la producción de energía planificada según la demanda.

Para los sistemas autónomos son idóneas las denominadas **instalaciones de disco Stirling**. En este caso, un espejo parabólico (dish = plato) concentra la radiación solar en el receptor térmico de un motor Stirling secundario, que convierte la energía térmica directamente en trabajo mecánico, es decir, en electricidad. Mediante fuentes térmicas, como la combustión de gas natural, las instalaciones de disco Stirling funcionan sin la integración de un acumulador térmico, incluso cuando está nublado o durante la noche. También existe la posibilidad de interconectar varias instalaciones independientes en un «parque» y cubrir, de este modo, un consumo de entre diez kilovatios y varios megavatios. Las instalaciones de disco Stirling pueden integrarse asimismo en instalaciones aisladas de la red.

Para una demanda industrial de tamaño medio lejos de la red eléctrica pública, por ejemplo, en la minería, a la que hay que sumar otras exigencias infraestructurales (por ejemplo, electricidad, refrigeración / calefacción, tratamiento del agua), se recomienda el uso de **sistemas híbridos**, que constan de una instalación CSP, un acumulador, así como un generador accionado con gas o diésel. Los gastos para generar electricidad con CSP pueden ser inferiores a los gastos de producción de un generador diésel accionado con gas o diésel, por lo que solo se utilizará como reserva. En principio, la rentabilidad de la producción de energía mediante CSP aumenta con las dimensiones de la instalación.

También existe la posibilidad de utilizar la energía térmica generada por CSP para la desalinización o, con la aplicación de un intercambiador de calor, para la refrigeración.

Energía solar térmica

La producción de calor con energía solar es una tecnología de eficacia demostrada desde hace décadas. La energía solar térmica puede utilizarse para calentar agua potable (por ejemplo, en hoteles y hospitales), para la calefacción de locales, la refrigeración o deshumidificación del aire ambiente, para la provisión de calor de proceso, para fines de secado y para la desalinización solar. Los colectores solares son ideales para las zonas con radiación solar reducida y cortos períodos de radiación. El calor se almacena en denominados acumuladores solares (depósitos de agua potable aislados), o bien se utiliza directamente.

Existen diferentes tipos de colectores solares. La forma más sencilla la representan los dispositivos de absorción: placas de plástico negras que se suelen usar para el calentamiento de piscinas. Este tipo de sistema alcanza temperaturas de 30 a 50 grados centígrados y ayudan a reducir los gastos de explotación de la piscina. Por norma general, los colectores solares planos funcionan a unos intervalos de temperatura de entre 60 y 90 grados centígrados. Los colectores de aire calientan el aire y se utilizan para la calefacción de edificios calentando el aire directamente, sin almacenamiento intermedio, o para el secado de productos agrícolas. El uso de un intercambiador de calor de agua-aire permite asimismo calentar agua. Para lograr temperaturas y rendimientos aún más elevados se utilizan colectores de tubo de vacío. Un sistema con una óptima concepción para calentar el agua potable puede generar, según el lugar, entre el 60 y 80 por ciento de la demanda de calor.

En la **refrigeración asistida por energía solar**, el calor retenido a través de los colectores solares representa la energía motriz de las máquinas refrigeradoras. Gracias a esta técnica podrán reducirse a largo plazo el consumo de corriente y los gastos de climatización. No obstante, actualmente, los gastos de instalación siguen siendo superiores a los de los sistemas de refrigeración convencionales.

Las empresas alemanas de energía solar térmica poseen años de experiencia en la producción, planificación y construcción de instalaciones termosolares y sus componentes. La industria termosolar alemana es líder mundial del sector.

Cocina solar

Las cocinas solares concentran la energía de la radiación solar en el punto focal de un espejo parabólico. Gracias a la concentración de los rayos solares, en el punto focal se generan altas temperaturas. Con la ayuda de una olla ajustable o de una sartén, puede cocinarse o freírse en el punto focal. Las cocinas solares tienen una ventaja: ahorran tiempo, ya que no es necesario buscar ni usar leña. Sin embargo, solo puede utilizarse durante el día, desde aproximadamente una hora después de que salga el Sol hasta una hora antes de ponerse.

En el caso de una mayor demanda de energía (por ejemplo, cocinas comunitarias o industriales) y con una separación física entre la cocina y los reflectores, estos podrán generar vapor y dirigirlo a la cocina. A través del control fotovoltaico, los reflectores pueden orientarse durante el día hacia el Sol. Asimismo, el vapor sirve como medio acumulador.

Energía hidroeléctrica

Las centrales hidráulicas pueden suministrar electricidad durante más de 100 años con fiabilidad y a precios bajos. La alta seguridad de funcionamiento y abastecimiento y la supresión a largo plazo de los gastos de combustibles ofrecen una posibilidad económica para garantizar el suministro básico de electricidad. Las centrales hidráulicas, en función del tipo, almacenan la energía y, en caso necesario, pueden suministrar electricidad con rapidez. Reducen la dependencia y los riesgos de la importación de energía y, en zonas sin cobertura del suministro energético, constituyen la base para su desarrollo económico.

Las centrales hidráulicas pequeñas o mini utilizan el caudal de los arroyos y los ríos para generar electricidad. Algunas configuraciones requieren una gran altura de salto (un salto de al menos 10 – 20 metros), mientras que otras se utilizan en casos de poco caudal de los ríos. No existe un consenso internacional sobre la definición de centrales hidráulicas pequeñas (SHP, por sus siglas inglesas). En Alemania, las instalaciones de hasta 1 megavatio se consideran centrales hidráulicas pequeñas. En China, se consideran instalaciones pequeñas las centrales hidráulicas de hasta 25 megavatios, en India, de hasta 15 megavatios y, en Suecia, de hasta 1,5 megavatios. Según lo establecido por la Asociación Europea de la Pequeña Central Hidroeléctrica (ESHA), el límite superior de capacidad reconocido a escala mundial para las centrales hidráulicas pequeñas es la potencia máxima de hasta 10 megavatios. Por lo general,

se consideran minicentrales hidráulicas los sistemas de hasta 5 kilovatios. Las instalaciones «sin conexión a red» suelen tener instalada una potencia de hasta 300 kilovatios. No obstante, se permite operar instalaciones mayores.

En regiones donde, actualmente, aún existe un reducido número de redes eléctricas, una central hidráulica, como centro de una instalación aislada de la red, puede contribuir a la reactivación económica de toda una región. Asimismo, podrá conectarse a la red eléctrica pública sin problemas.

«La central hidroeléctrica de pequeña escala para el funcionamiento sin conexión a red es la base del desarrollo en esta región, especialmente para reducir la migración urbana. A largo plazo, representará el impulso para ampliarla a una red de abastecimiento nacional.»

Helmut Erdmannsdörfer, director ejecutivo del departamento hidráulico, OSSBERGER GmbH + Co fabricante, desarrollador de proyectos, servicio y mantenimiento | centrales hidroeléctricas



Siempre y cuando exista un curso de agua adecuado, los gastos para generar electricidad con energía hidroeléctrica suelen ser inferiores a los procedentes de la energía fotovoltaica y energía eólica pequeña. La mayoría de los gastos de una minicentral hidráulica no proviene del generador de turbinas, sino de las medidas para la ejecución del proyecto (construcción de canales, instalación de tuberías, construcción del depósito colector). Según la altura de salto y la velocidad de caudal, hay diferentes tipos de turbinas. Un análisis profesional del emplazamiento es imprescindible, ya que en él se tienen en cuenta las precipitaciones esperadas. Para aprovechar la energía hidroeléctrica de pequeña potencia son eficaces las turbinas Pelton. Pueden utilizarse con éxito en saltos de entre 7 y más de 200 metros. Para saltos menores pueden usarse ruedas hidráulicas o propulsores que se sitúan libremente en el caudal.

La construcción de pequeñas centrales hidráulicas tiene mucha menos repercusión para el medio ambiente que la construcción de grandes centrales hidráulicas. En la mayoría de los casos, solo se utiliza una pequeña cantidad de agua del curso del río, que, tras pasar por la turbina, se vuelve a conducir a dicho río. Sin embargo, durante la planificación de las instalaciones deben tenerse en cuenta las disposiciones jurídicas para la protección del agua, el paisaje y la naturaleza y, en su caso, implementar medidas de

disposición y compensación ecológicamente eficaces, por ejemplo, rutas migratorias para peces u otros microrganismos (escalas para peces) o la mejora de la diversidad estructural en la capacidad de embalse de una central hidráulica (por ejemplo, mediante bancos de recebo).

Las empresas alemanas desarrollan, instalan y explotan centrales hidráulicas desde hace más de 100 años. La larga experiencia de estas empresas constituye la base de la excelente calidad de los productos alemanes. Las centrales hidroeléctricas diseñadas y construidas por las empresas alemanas pueden producir electricidad desde algunos kilovatios hasta varios megavatios. En muchos de los proyectos que actualmente se diseñan en todo el mundo, se utiliza la tecnología alemana.

Las centrales hidráulicas hechas a medida las encuentra en OSSBERGER GmbH + Co.

Energía eólica

La energía eólica se viene utilizando desde hace siglos en muchas regiones del mundo. Los pequeños aerogeneradores (SWT, por sus siglas inglesas) son ideales para el suministro básico de electricidad en regiones remotas. La definición de pequeños aerogeneradores se rige por la vigente norma internacional CEI-61400-2:2006 («requisitos de diseño para pequeños aerogeneradores»). Se denominan SWT todas las instalaciones cuya superficie del rotor sea inferior a 200 metros cuadrados, lo que corresponde a una potencia nominal de aproximadamente 50 kilovatios, con una tensión eléctrica por debajo de los 1000 voltios de corriente alterna o de los 1500 voltios de corriente continua. Por lo general, la torre no mide más de 20 metros. En la actualidad, las instalaciones comerciales suelen presentar una potencia de entre 5 y 10 kilovatios.

La potencia de un aerogenerador depende directamente de las condiciones de viento locales. Lo ideal, en estos casos, es medir dichos vientos con la ayuda de un equipo meteorológico de precisión de forma constante y continua durante un año, recopilar las diferencias estacionales y elaborar un pronóstico de energía eólica. El sistema de medición se selecciona y se instala según las circunstancias regionales y se compone, habitualmente, de las siguientes piezas: mástil de medición, anemómetro, veleta, indicador de temperatura, higrómetro y barómetro. El sistema de medición deberá ser energéticamente independiente y resistente a la intemperie. El suministro de electricidad podrá garantizarse, por ejemplo, a través de un panel solar.

Basándose en los resultados de las mediciones eólicas, puede calcularse la curva de potencia de un aerogenerador y pronosticar el rendimiento energético para distintos intervalos en un año. En función de estos datos, podrá tomarse una decisión en cuanto a la rentabilidad de la instalación. Asimismo, deberá verificarse la distribución anual del recurso eólico con respecto a la demanda de energía prevista en el transcurso de un año. Para superar las épocas de poco viento, se recomienda combinar la energía eólica con la fotovoltaica. Los aerogeneradores con diámetros de rotor superiores, como los utilizados en parques eólicos, pueden emplearse en mayores instalaciones aisladas de la red.

Antes de construir una instalación deberán verificarse detalladamente los aspectos legales en materia de construcción y autorización, ya que las disposiciones son diferentes en cada país. Con el fin de evitar siniestros, el comprador deberá adquirir únicamente pequeños aerogeneradores certificados. Ideal sería el certificado que se rige por la vigente norma internacional EN/CEI 61400-2:2006.

Bioenergía

La bioenergía es el recurso de energía renovable más importante y versátil. La bioenergía se utiliza en forma gaseosa, líquida y sólida para la generación de electricidad y calor, para la obtención de biocombustibles y para cocinar. La gran ventaja de la bioenergía es su capacidad de acumulación. La biomasa incluye, además de madera, desechos agrícolas, como, por ejemplo, paja, estiércol, aceite vegetal y biogás. A diferencia de los combustibles fósiles, la biomasa es neutra en cuanto a emisiones. Con la combustión solo se libera tanto dióxido de carbono como hayan extraído del aire las plantas, de las cuales se originó. No obstante, el uso climatológicamente neutro de la biomasa requiere un cultivo sostenible de los recursos. En el uso convencional de la biomasa, el contenido energético suele aprovecharse de forma muy ineficaz. Por tanto, la demanda de combustible es muy elevada, lo que conlleva la tala de bosques. La libre combustión de biomasa en edificios de viviendas genera consecuencias nocivas para la salud de las personas que las habitan.

Biomasa sólida

Gracias al consumo no comercial extendido para cocinar y caldear, la biomasa sólida representa, con un 9,2 por ciento del consumo de energía primaria mundial, con diferencia la fuente de energía renovable más importante del

mundo. Su cuota en el consumo mundial de energía procedente de energías renovables asciende al 70,2 por ciento. Gran parte de la biomasa sólida se consume en países en vías de desarrollo de Asia o el África subsahariana. En este caso, los combustibles de biomasa se recolectan de forma ajena a la economía comercial, lo cual requiere, a menudo, mucho tiempo y se queman en hogueras de ámbito doméstico para cocinar y calentar. Para la provisión de calor de proceso a través de la combustión también se utiliza leña, desecho agrícola y forestal, estiércol y otros combustibles de biomasa brutos.

Los países en vías de desarrollo y emergentes ahorran con las cocinas de biomasa mejoradas para el uso doméstico, con idénticas prestaciones, aproximadamente un 10 – 50 por ciento del consumo de biomasa y pueden contribuir a la mejora del aire ambiente. Gracias al apoyo político y las medidas públicas de fomento, el compromiso de organizaciones no gubernamentales, así como ventas privadas, en los últimos 25 años, se han instalado millones de cocinas mejoradas en casas particulares de todo el mundo. Con un uso regular, las cocinas de biomasa mejoradas deberán sustituirse aproximadamente cada cinco años por una nueva. Alemania subvenciona los modernos hornos de leña, que queman la biomasa sin contaminar ni resultar nociva para la salud y que utilizan la energía de forma muy eficaz. En África, al sur del Sáhara, el Ministerio para la Cooperación Económica y el Desarrollo alemán (BMZ, por sus siglas alemanas) subvenciona un programa de conservación de la biomasa (Programme for Basic Energy and Conservation, ProBEC). En colaboración con las instituciones estatales y los pequeños productores locales, se fabrican *in situ* cocinas de metal y barro, que consumen hasta un 90 por ciento menos de leña.

Los **modernos sistemas de calefacción** son muy eficaces en cuanto a la combustión de biomasa. Asimismo, puede emplearse biomasa sólida para la **producción de energía en plantas de cogeneración** con la producción combinada de calor y electricidad (PCCE). El calor generado puede utilizarse para calentar cuadras, viviendas, invernaderos o para el secado de productos agrícolas.

Biogás

El biogás producido por fermentación de la biomasa se utiliza en todo el mundo de diferentes maneras para el suministro de energía: por medio de la combustión para generar directamente electricidad, utilizando calor residual (producción combinada de calor y electricidad, cogeneración), o como combustible en los vehículos de gas natural,

o incluso directamente para cocinar. En la combustión del gas en PCCE, el calor generado puede utilizarse para calentar cuadras, viviendas, invernaderos o para el secado de productos agrícolas. Las plantas de biogás, así como las plantas de cogeneración mediante biogás, también pueden abastecer a hogares, un grupo de hogares individuales o emplearse para fines económicos. Un reactor de biogás tiene una vida útil de aproximadamente 20 años hasta que deba sustituirse.

En el proceso de fermentación de las sustancias orgánicas (por ejemplo, basura orgánica doméstica y estiércol de establos), participan diferentes bacterias anaeróbicas a través de la exclusión de aire, es decir, oxígeno. Los procesos microbiológicos en la fermentación representan un factor decisivo para la productividad de la planta de biogás. Con la generación de biogás, se produce un residuo de fermentación que consta de una mezcla de agua, componentes minerales y sustancias orgánicas sin descomponer. Este residuo de fermentación puede emplearse como estiércol agrícola.

Las empresas alemanas son líderes en el sector de la producción y utilización de biogás. Alemania es, a la vez, líder del mercado y de la tecnología, especialmente en el ámbito de la gasificación basada en residuos orgánicos y recursos renovables.

En el marco de la cooperación internacional, Alemania fomenta la implementación de pequeñas plantas de biogás para proteger los recursos naturales, así como la salud de los seres humanos. Desde 1997 hasta 2011, el banco de desarrollo alemán del Instituto de Crédito para la Reconstrucción (KfW) apoyó al gobierno nepalí en la construcción de plantas que producen biogás mediante estiércol bovino. Las instalaciones constan de un recipiente (reactor) subterráneo lleno de sustancias orgánicas (por ejemplo, excrementos humanos y animales) y un sistema de conductos que dirige el gas generado al punto de combustión. Con el gas, se accionan las cocinas y las lámparas. Con solo dos o tres reses, se consigue suficiente estiércol para hacer funcionar una planta pequeña. Los recursos económicos los concedió el Centro de Promoción de Energía Alternativa (AEPC, por sus siglas inglesas), que coordina la política de fomento en pro de las energías alternativas en Nepal. Una parte de los recursos se empleó para las subvenciones de los gastos de construcción y el resto se destinó a un fondo que facilitó la concesión de créditos para la construcción de plantas de biogás. Los agricultores participaron con un 75 por ciento en la financiación de las plantas, como clientes y



Energiebau Solarstromsysteme GmbH

- (EN)** The jatropha plant can be cultivated on soils that are not suitable for food growing on, for example, dry savannahs with low nutrient content. Its seeds have an oil content of over 30 per cent. Net calorific value and the cetane number of jatropha oil are similar to those of diesel.
- (FR)** Le jatropha peut pousser sur des sols impropre aux cultures vivrières, par exemple sur des sols secs de la savane à faible teneur en substances nutritives. Ses graines ont une teneur en huile supérieure à 30 pour cent. La valeur calorifique et l'indice de cétane de l'huile de jatropha sont similaires à ceux du diesel.
- (ES)** La jatropha puede cultivarse en suelos que no son adecuados para cultivos alimentarios, como por ejemplo, en suelos secos de la sabana con escasos nutrientes. Su semilla tiene un contenido en aceites de más del 30 por ciento. El valor calorífico y el índice de cetanos del aceite de jatropha se asemejan a los del diésel.

explotadores: en forma de dinero en efectivo, créditos o contribuciones propias. En Nepal, se estima el potencial total para biogás en más de dos millones de plantas. Según los datos de julio de 2011, Nepal ya ha instalado más de 240 000 plantas de biogás en el marco del programa de fomento. Además, el fondo para la prevención del cambio climático del KfW ha llegado a un acuerdo con el gobierno nepalí acerca de la compra de certificados de dióxido de carbono, que se generan a través del programa, para el periodo crediticio de 2010 – 2017. De este modo, se generan ingresos adicionales que deben emplearse para el fomento de las plantas de biogás.

Biocombustibles líquidos

Los biocombustibles líquidos son ideales para fines de movilidad y la producción de energía. En parte, también pueden utilizarse para cocinar. El **bioetanol** se produce a partir de diversas materias primas agrícolas sacaríferas o amiláceas. En Europa, se utilizan cereales y remolacha azucarera, en Brasil, caña de azúcar y, en Estados Unidos, maíz en grano. Al igual que el alcohol convencional, el bioetanol se obtiene mediante la fermentación alcohólica de azúcares, con la ayuda de levaduras, y se destila a continuación.

En cambio, el **biodiésel** se produce a partir de aceite vegetal. En principio, se puede utilizar cualquier aceite vegetal. En Europa, se utiliza fundamentalmente como materia prima el aceite de colza, en EE. UU. y en Sudamérica, en cambio, el aceite de soja. También es posible utilizar el aceite de palma, girasol y jatropha. Por ejemplo, el aceite de jatropha puede utilizarse como sustituto de diésel fósil y para la producción de energía. La planta crece en lugares que no son adecuados para cultivos alimentarios (zonas secas y calientes), previene la erosión del suelo, tiene un alto contenido en aceite (un 25 – 35 por ciento) y puede generar combustible para un periodo de 30 años. También el aceite doméstico usado y la grasa animal son apropiados para la fabricación de biodiésel, si se procesan de manera adecuada. Sin embargo, los aceites vegetales se diferencian en su composición de ácidos grasos y, por tanto, en su idoneidad para poder utilizarlos en zonas climáticas más frías incluso en los meses de invierno en forma de biodiésel. También los aceites vegetales no tratados pueden utilizarse como combustible en todos los motores diésel para aplicaciones móviles o fijas (plantas de cogeneración). Debido a la alta viscosidad y al índice reducido de cetanos que se encuentran en los combustibles vegetales, en comparación con el diésel, deben hacerse modificaciones leves en los motores.



- (EN)** PV-wind systems can perform quite well at locations where, for example, there is ample sunshine in a summer season, but not in winter, when wind speeds are generally much higher.
- (FR)** Les éoliennes photovoltaïques fonctionnent assez bien à des endroits ensoleillés en été et très venteux en hiver.
- (ES)** Los sistemas fotovoltaicos-eólicos actúan muy bien en lugares en los que, por ejemplo, hay abundancia de sol en verano pero no en invierno, cuando las velocidades del viento son generalmente mucho mayores.

Sistemas híbridos

Se trata de sistemas eléctricos independientes que se componen de más de una fuente de energía. Se utilizan para suministrar corriente a consumidores apartados, abastecen mayores demandas de energía y facilitan electricidad de forma fiable. La conexión entre el generador de electricidad y el consumidor por corriente continua permite una construcción modular flexible o la ampliación de un sistema con componentes de serie. Las configuraciones corrientes se componen de energía fotovoltaica y un generador diésel (FV / diésel) o energía eólica y un generador diésel (eólico / diésel). En estos casos, se sustituye de forma opcional el diésel por el biodiésel. Asimismo, puede integrarse una central hidráulica al sistema. Con la corres-

pondiente elevada demanda de energía, los sistemas híbridos de mayor envergadura con generadores diésel resultan económicamente interesantes: funcionan con un coste menor que las plantas que utilizan únicamente diésel.

«Además de utilizar los sistemas híbridos sin conexión a red tradicionales, la energía FV se puede integrar perfectamente en las redes diésel de consumidores a gran escala mediante tecnología de sistemas inteligente. Un sistema híbrido diésel-FV genera energía a unos precios más bajos y de una manera más eficaz que los motores de combustión sencillos. Las soluciones de sistemas inteligentes reducen el consumo de combustible al mínimo y son esenciales para garantizar un funcionamiento optimizado y eficaz de las centrales.»

Volker Wachenfeld, vicepresidente ejecutivo de ventas y tecnología, SMA Solar Technology AG
fabricante | inversor, sistemas híbridos, tecnología de sistemas



Como variante móvil de los sistemas híbridos existen los denominados «contenedores de energía», es decir, «contenedores de potencia». En estos casos, se albergan la instalación eólica, los paneles solares, la batería y el generador diésel en un contenedor de mercancías corriente. De este modo, el sistema híbrido está listo para funcionar rápidamente en diferentes lugares de empleo.

Los sistemas híbridos están disponibles de cebe Energy GmbH, juwi Holding AG, Smart Energysystems International AG y SMA Solar Technology AG.

(EN) Peripheral, networking and integration technologies

(FR) Technologies de périphérie, d'interconnexion et d'intégration

(ES) Tecnologías de integración, interconexión y periféricas



HOPPECKE Batterien GmbH Co. KG, Steca Elektronik GmbH, SMA Solar Technology AG

- (EN)** Off-grid systems need a range of ancillary equipment, such as 1) deep-cycle batteries, 2) PV system charge controllers and 3) inverters for mini-grids.
- (FR)** Les systèmes autarques doivent disposer d'une série d'équipements auxiliaires, comme des 1) batteries à cycle intensif, des 2) contrôleurs de charge pour systèmes photovoltaïques et des 3) onduleurs de mini-réseaux.
- (ES)** Los sistemas autónomos necesitan una serie de equipos auxiliares, como son 1) las baterías de ciclo profundo, 2) los controladores de carga en sistemas fotovoltaicos y 3) los inversores para miniredes.

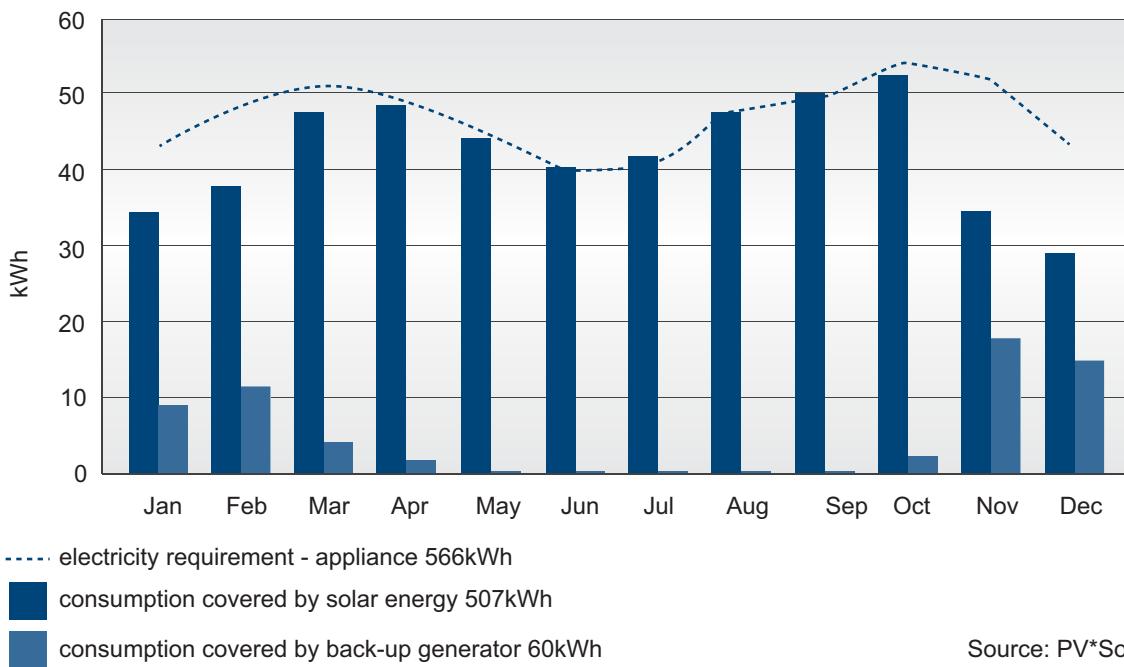
(EN) Various ancillary technical equipment is necessary to operate the various systems and to achieve optimum performance: facilities for converting electrical energy, system monitoring and control, and possibly for storage and networking.

PV modules and batteries produce direct current and can supply DC equipment with electricity directly. However, most electrical equipment can only be operated with alternating current. An **inverter** converts the generated direct current into alternating current. Inverters specifically for off-grid systems are called island inverters or battery inverters. They can be used to construct local power networks for operating any type of AC consumer. They also guarantee an equilibrium between the power produced and consumed at all times. If too much energy is generated, the inverter stores it in the batteries. If more energy is required than is available, the inverter discharges the batteries. Inverters must guarantee good transformation efficiency, high overload capacity, tolerance for voltage fluctuations in the battery and an energy-saving mode and must often work perfectly at high ambient temperatures. A management system with battery, generator and load management provides the best possible operation of an island power supply. Island inverters already have an integrated control function like this in the small output range (from 2 kW). This simplifies system operation and reduces investment

costs. Grid-connected inverters can also be used in island networks for photovoltaics and wind turbines.

Electricity generation in off-grid systems operated with renewable energies seldom tracks the power demand of the connected consumer devices. Lights, for example, mainly need to be operated in the evenings / at night or during overcast weather. **Energy stores** enable the time link between generation and consumption to be broken; for example, lights can be operated using solar power at night. Lead-acid batteries are generally used as storage in off-grid systems. Since they need to be replaced several times during the service life of a system, they are probably the most costly components of the system. When choosing the batteries, make sure that they are high quality and the required size is correctly defined. Correct installation and commissioning are also important. Depending on the country and system type, locally available batteries can be used; otherwise, high-performance batteries need to be imported. The ideal storage medium should have the following characteristics, in particular: long service life, high number of charge / discharge cycles, no environmental impact during use and transport, high charge / discharge efficiency, low self-discharge, low standby losses as well as simple and clear display of the charge status. When defining the size of the system, it should be remembered that the lead-acid battery only achieves a usable service life if it

Solar Energy Consumption as share of electricity generation



- EN** Simulation software can model the individual energy production and consumption. The example above simulates the energy production of a PV-diesel hybrid system. The program estimates the probable operating hours of the generator and its fuel consumption.
- FR** Le logiciel de simulation peut donner la production et la consommation énergétiques autarciques. L'exemple ci-dessus affiche la production d'énergie d'un système hybride photovoltaïque-diesel. Le programme évalue les heures probables d'exploitation du générateur ainsi que sa consommation en carburant.
- ES** Los programas informáticos de simulación pueden modelar la producción de energía independiente, así como su consumo. En el ejemplo anterior, se simuló la generación de energía de un sistema híbrido (FV/diésel). El programa calcula las horas de funcionamiento previstas del generador, así como el consumo de combustible.

is repeatedly kept at the charge voltage limit for a few hours. A proven sizing principle in practice is that the average electricity generation must be 1.5 times greater than the average consumption. Experience shows that the battery service life drops off sharply if the design is more marginal. The excess energy can be used for other purposes, for example heating process water.

Charge regulators ensure that the batteries are protected against overloading or excess discharging and hence can achieve the longest possible service life with the least possible impact on system efficiency. Charge regulators also prevent electricity flowing back into the PV field overnight. High-quality charge regulators offer optimum battery care and control. A display informs the user about all operating states (voltage, current and charge status). An integrated energy meter which the user can reset is also beneficial. A wide variety of charge regulators is available

for PV systems which can be used for various modules. With wind turbines, the charge regulator is usually supplied.

Practical experience and professional knowledge about system operation should be included in an investment decision. **Simulation software** can help in the decision-making process. Large systems should always be tested first by means of appropriate software programs before a final decision on system design and size is made. Good software can simulate the energy output of a system and calculate the probable operating costs of the system and compare them with the operating costs for systems based on fossil fuels. Special software is available for the design, detailed planning and yield optimisation of photovoltaic systems in island operation. Once the consumer data has been entered, the program uses the sizing criteria to establish the necessary output of the PV generator and the size

of the battery. A simulation can then be used to calculate what proportion will be covered by solar energy. Appropriate simulation programs are also available for the design and optimisation of solar thermal systems, heat pump systems and cogeneration plants.

In **solar thermal energy systems**, the **solar station** and **solar controller** transport the solar energy from the solar collector to the reservoir. A solar station consists of a circulating pump, mechanical heavy brake, safety mounting, shut-off valve, air filter, pressure equalisation container and thermometer. The solar controller is either integrated into the solar station or switched separately. The solar control regulates the pump running time by continuously comparing the temperature of the collector field and the hot water reservoir. It is responsible for optimising the heat transport from the collector to the solar water heater. Solar stations also reduce the assembly time and the risk of errors. Temperatures, balance sheet values and system statuses are shown in a display.

Special assembly systems and **fixing technology**/foundations are available for the construction of solar plants and wind turbines. These can often be manufactured locally; however, the fixing systems should precisely match the respective system specification. For larger plants, it may be sensible to import them along with the appropriate fixing system.

Various peripherals, networking and integration technologies are available from: abakus solar AG, cebe Energy GmbH, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, juwi Holding AG, Phaesun GmbH, Phocos AG, Smart Energysystems International AG and SMA Solar Technology AG.

(FR) Pour exploiter les différentes installations et pouvoir atteindre des rendements optimaux, il est nécessaire de disposer de différents accessoires techniques : des dispositifs pour convertir l'énergie électrique, pour surveiller et contrôler le système ainsi que des équipements de stockage et de raccordement.

Les modules photovoltaïques et les batteries produisent du courant continu et peuvent alimenter directement des appareils fonctionnant avec ce type de courant. Cependant, la plupart des appareils électriques fonctionnent uniquement au courant alternatif. Grâce à un **onduleur**, il est possible de convertir le courant continu produit en courant alternatif. Les onduleurs spécialement conçus pour les ins-

tallations hors réseau sont appelés « onduleur pour site isolé » ou « onduleur à batterie ». Avec ces appareils, il est possible d'aménager des réseaux électriques locaux afin de faire fonctionner tous les appareils fonctionnant au courant alternatif. En outre, ils garantissent à tout instant l'équilibre entre l'électricité produite et l'électricité consommée. Si la production d'énergie est excédentaire, l'onduleur peut en stocker dans les batteries. Si les besoins en énergie sont supérieurs à l'énergie produite, il va puiser dans les batteries. Les onduleurs isolés doivent garantir un bon degré de conversion, une haute capacité de surcharge, une tolérance face aux variations de tension des batteries ainsi qu'un mode de fonctionnement économique. Il faut aussi qu'ils puissent fonctionner efficacement dans un environnement où les températures sont élevées. Un système de gestion des batteries, du générateur et de l'état de charge veille au bon fonctionnement d'un approvisionnement isolé. Dans les systèmes de faible puissance (à partir de 2 kW), les onduleurs isolés disposent aujourd'hui d'une telle fonction de contrôle intégrée. Cela facilite l'exploitation du système et réduit les coûts d'investissement. Dans les réseaux isolés pour le photovoltaïque et les turbines éoliennes, on peut également utiliser des onduleurs couplés au réseau.

Dans les systèmes hors réseau fonctionnant grâce à des énergies renouvelables, les besoins en courant pour les appareils de consommation sont plutôt rares. Les moyens d'éclairage, par exemple, sont principalement utilisés le soir, la nuit ou en cas de temps nuageux. Les **accumulateurs** d'énergie permettent de découpler la production et la consommation ; grâce à cela, il est par exemple possible d'utiliser des lampes fonctionnant à l'énergie solaire pendant la nuit. En règle générale, les systèmes hors réseau sont équipés d'accumulateurs au plomb. Étant donné qu'ils doivent être remplacés plusieurs fois au cours de la durée d'exploitation d'un système, ils représentent probablement les composants les plus coûteux du système. Lors du choix des batteries, il convient de veiller à ce qu'elles soient de bonne qualité et qu'elles aient la taille nécessaire. En outre, il faut les installer et les mettre en marche correctement. Selon le pays et le type de système, on peut utiliser des batteries disponibles sur place ; autrement, il est nécessaire d'importer des batteries de grande puissance. L'accumulateur idéal doit comporter les caractéristiques suivantes : une longue durée de vie, un nombre élevé de cycles de charge-décharge, aucun risque écologique lors de l'utilisation et du transport, un haut rendement de charge-décharge, un autodécharge faible, de faibles pertes en stand-by ainsi qu'un affichage simple et clair de l'état de charge. Lors du dimensionnement de l'installation, il faut

veiller à ce que la batterie de plomb atteigne une durée de vie utile seulement si elle s'arrête toujours quelques heures à la limite de tension de charge. Concrètement, pour le dimensionnement, il s'est avéré efficace de veiller à ce que la production moyenne de courant corresponde à 1,5 fois la consommation moyenne. L'expérience montre que si elle est plus faible, la durée de vie des batteries diminue fortement. L'énergie excédentaire peut être utilisée à d'autres fins, par exemple pour réchauffer de l'eau domestique.

Les **contrôleurs de charge** veillent à ce que les batteries ne soient pas trop ou trop peu chargées et n'atteignent ainsi une durée d'utilisation trop longue pour une diminution de l'efficacité du système. En outre, les contrôleurs de charge empêchent que le courant électrique ne retourne dans le champ photovoltaïque pendant la nuit. Les contrôleurs de charge de haute qualité offrent un contrôle et un soin optimaux de la batterie. Le consommateur est informé de toutes les fonctions (tension, courant, état de charge) par le biais d'un écran. Il peut aussi être avantageux d'avoir un compteur énergétique intégré. Le consommateur peut le remettre lui-même en arrière. Pour les systèmes photovoltaïques, de nombreux contrôleurs de charge sont disponibles et peuvent être utilisés pour différents modules. Pour les turbines éoliennes, le contrôleur de charge est habituellement déjà compris dans la livraison.

Lors du choix de l'investissement, il faut tenir compte des expériences pratiques et des connaissances techniques liées à l'exploitation de l'installation. Le **logiciel de simulation** peut influencer le processus décisionnel. Les grandes installations devraient toujours être testées dans un logiciel avant d'être soumises à une décision finale quant à leur agencement et leur taille. Un bon logiciel peut simuler la puissance énergétique d'une installation et calculer les frais d'exploitation probables qu'elle engendre. Il est ainsi possible de comparer ces frais avec ceux d'installations fonctionnant aux carburants fossiles. Il existe un logiciel spécialement conçu pour l'aménagement, la planification détaillée et l'optimisation du rendement d'installations photovoltaïques en exploitation isolée. Sur la base des données de consommation, le programme détermine la puissance nécessaire du générateur photovoltaïque ainsi que la taille des batteries en se basant sur les critères de dimensionnement. Enfin, il est possible de calculer la part de couverture solaire grâce à une simulation. De tels programmes de simulation sont également disponibles pour l'aménagement et l'optimisation des installations thermiques solaires, des installations à pompe à chaleur et des centrales de cogénération.

Dans les **installations thermiques solaires**, la **station solaire** et le **contrôleur solaire** acheminent l'énergie du soleil du capteur solaire à l'accumulateur. Une station solaire est composée d'une pompe de circulation, de freins à commande par gravité, d'une armature de sécurité, d'une vanne d'arrêt, d'un désaérator, d'un pot moyenneur et d'un thermomètre. Le contrôleur solaire est soit intégré à la station solaire, soit réglable séparément. Grâce à une comparaison constante des températures du champ de capteurs et de l'accumulateur d'eau chaude, la commande solaire régule la durée de fonctionnement de la pompe. Elle est responsable du transport optimal de la chaleur du capteur au chauffe-eau solaire. En outre, les stations solaires réduisent le temps de montage et les risques de commettre des erreurs. Les températures, les valeurs de bilan et l'état des installations sont affichés sur un écran.

Il existe des systèmes de montage spéciaux et différentes **technologies de fixation**/fondations pour aménager des installations solaires et des turbines éoliennes. Ceux-ci peuvent souvent être fabriqués localement ; il faut toutefois que les systèmes de fixation répondent exactement aux spécifications propres à l'installation. Pour des installations plus importantes, il peut être judicieux de les importer avec le système de fixation adéquat.

Différents périphériques et technologies d'intégration et de mise en réseau sont disponibles chez abakus solar AG, cebe Energy GmbH, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, juwi Holding AG, Phaesun GmbH, Phocos AG, Smart Energysystems International AG et SMA Solar Technology AG.

(ES) Para que las distintas instalaciones funcionen y obtener un óptimo rendimiento, se requieren distintos accesorios técnicos: instalaciones para la conversión de la energía eléctrica, sistemas de supervisión y control y, en caso necesario, para el almacenamiento y la interconexión.

Los paneles FV y las baterías generan corriente continua y pueden abastecer directamente los equipos de CC con electricidad. Sin embargo, la mayoría de los equipos eléctricos solo funcionan con corriente alterna. Un **inversor** convierte la corriente continua en corriente alterna. Los inversores especiales para instalaciones «sin conexión a red» se denominan inversores aislados o inversores de baterías. Con estos inversores, pueden establecerse redes eléctricas locales con el fin de abastecer a todo tipo de consumidores de corriente alterna. Además, garantizan en todo momento el equilibrio entre la potencia generada y la consumida. Si

se genera demasiada energía, el inversor la acumulará en las baterías. Si se requiere más energía de la que hay disponible, el inversor descargará las baterías. Los inversores aislados deberán garantizar un buen rendimiento de conversión, una elevada capacidad de sobrecarga, una tolerancia frente a la fluctuación de tensión de las baterías, así como un estado de funcionamiento ahorrativo. Con frecuencia, también deben demostrar un funcionamiento fluido con elevadas temperaturas ambiente. Del óptimo funcionamiento del suministro aislado se encarga un sistema de gestión de la carga, el generador y la batería. Actualmente, los inversores aislados ya disponen de tal función de control integrada dentro de un margen de potencia pequeño (a partir de 2 kilovatios). Simplifica el funcionamiento de los sistemas y reduce los gastos de inversión. En las redes aisladas para la energía fotovoltaica y los aerogeneradores, también pueden emplearse inversores conectados a red.

La producción de energía en sistemas «sin conexión a red», que funcionan mediante energías renovables, raras veces va acompañada de la demanda de electricidad de los equipos de consumo conectados. Especialmente las lámparas, por ejemplo, deben accionarse durante las horas de menos radiación solar e inexistente, o cuando el cielo está nublado. Los **acumuladores** de energía permiten una desconexión temporal de generación y consumo. De este modo, las lámparas, por ejemplo, funcionan durante la noche con corriente de energía solar. En los sistemas «sin conexión a red», se suelen utilizar acumuladores de plomo para almacenar. Dado que, durante la vida útil de un sistema, deben sustituirse en reiteradas ocasiones, pueden considerarse los componentes de sistema más caros. En la selección de las baterías, deberá tenerse en cuenta que se trata de baterías de elevada calidad y que el tamaño necesario se dimensiona correctamente. Asimismo, es importante la correcta instalación y puesta en marcha. Según el país y el tipo de sistema, podrán emplearse las baterías localmente disponibles. De lo contrario, deberán importarse acumuladores de gran capacidad. El acumulador ideal deberá cumplir, en particular, las siguientes características: una larga vida útil, un elevado número de ciclos de carga y descarga, ecológicamente inocuo en el uso y en el transporte, alto rendimiento de carga y descarga, reducida descarga espontánea, reducida pérdida en posición de espera, así como un sencillo y claro indicador del estado de carga. En el dimensionamiento de las instalaciones, deberá tenerse en cuenta que el acumulador de plomo solo alcanza su vida útil, si se para cada día unas horas en el límite de la tensión de carga. Un principio de dimensionamiento con-



Phocos AG

(EN) The city government of Heilongjiang province in China installed over 232 solar street lights on a 9.2-km-long road, fitted with CIS charge regulators which are also suitable for rough weather conditions (-40°C to +60°C). The lighting duration is extended, even in the dark winter months, by means of individual timers and dimmers.

(FR) Le gouvernement municipal de la province de Heilongjiang en Chine a installé plus de 232 lampadaires solaires sur une route de 9,2 km, tous équipés de contrôleur de charge CIS qui fonctionnent aussi dans des conditions météorologiques extrêmes (-40 °C à + 60 °C). Grâce à une commande individuelle de l'éclairage (timer) et des possibilités de commutation et de variation, la durée d'éclairage est même prolongée pendant les mois sombres de l'hiver.

(ES) El gobierno provincial de Heilongjiang (China) instaló en una calle de 9,2 kilómetros más de 232 farolas solares, equipadas con reguladores de carga CIS, que funcionan incluso con condiciones meteorológicas adversas (de -40 a +60 grados centígrados). A través de reguladores individuales de la intensidad lumínica (temporizador) y opciones de atenuación se alarga el tiempo de alumbrado, incluso en los meses de invierno.

trastado en la práctica es que el promedio de la producción energética debe ser 1,5 veces el consumo medio. La experiencia demuestra que, con un dimensionamiento más limitado, disminuye enormemente la vida útil de la batería. La energía sobrante puede utilizarse de otra manera, por ejemplo, para el calentamiento de agua de servicio.

Los **reguladores de carga** se encargan de proteger las baterías de una sobrecarga y de una descarga excesiva, de forma que puedan alcanzar la mayor vida útil con el mínimo perjuicio para la eficacia del sistema. Además, los reguladores de carga evitan que durante la noche la corriente vuelva al campo fotovoltaico. Los reguladores de carga de alta calidad ofrecen un óptimo control y conservación de la batería. Una pantalla informa al usuario sobre los estados de funcionamiento (tensión, electricidad y

estado de carga). También presenta la ventaja de un contador de energía integrado, que el usuario puede poner a cero él mismo. Existe una amplia gama de reguladores de carga para los sistemas fotovoltaicos, que pueden emplearse para distintos paneles. Por lo general, los aerogeneradores ya se suministran con reguladores de carga.

En la decisión de inversión para el funcionamiento de la instalación, deberán tenerse en cuenta la experiencia operativa y el conocimiento técnico. El **programa informático de simulación** puede ayudar en la toma de decisión. Antes de tomar la decisión final sobre el diseño y el tamaño de la instalación, las grandes instalaciones siempre deberían probarse, primero, con el programa informático de simulación. Un buen programa informático puede simular el rendimiento energético de una instalación y calcular los gastos de explotación previstos, así como comparar estos últimos con los gastos de explotación de instalaciones con combustibles fósiles. Existen programas informáticos especializados para el diseño, la planificación detallada y la optimización de los resultados de centrales fotovoltaicas con instalaciones aisladas de la red. Tras introducir los datos del consumidor, el programa busca, en función de los criterios de dimensionamiento, la potencia necesaria para el generador fotovoltaico, así como el tipo de batería. A continuación, se podrá calcular la cobertura solar a través de una simulación. Asimismo, existen los correspondientes programas de simulación para el diseño y la optimización de instalaciones termosolares, instalaciones con bombas térmicas y plantas de cogeneración.

En las **instalaciones termosolares**, la **estación solar** y el **regulador solar** transportan la energía solar desde el colector solar hasta el acumulador. Una estación solar consta de bomba de circulación, freno de gravedad, conjunto de seguridad, válvula de cierre, separador de aire, depósito de compensación y termómetro. El regulador solar va integrado en la estación solar, o bien se acopla por separado. Mediante una continua comparación de la temperatura del campo de colectores y del acumulador de agua caliente, el control solar regula el ciclo de la bomba. Es responsable del óptimo transporte térmico desde el colector hasta el calentador de agua solar. Además, las estaciones solares reducen el tiempo de montaje y las opciones de error. La pantalla muestra las temperaturas, los valores de balance y los estados de las instalaciones.

Para la construcción de instalaciones solares, así como aerogeneradores, existen sistemas de montaje y **tecnologías de fijación**/asientos especiales. A menudo, pueden

fabricarse localmente. No obstante, estos sistemas de fijación deberán cumplir rigurosamente con las especificaciones de las correspondientes instalaciones. En el caso de instalaciones grandes, se recomienda importarlas junto con el sistema de fijación adecuado.

Diferentes periféricos, además de tecnologías de red e integración están disponibles de: abakus solar AG, cebe Energy GmbH, Instituto Fraunhofer para sistemas de energía solar ISE, juwi Holding AG, Phaesun GmbH, Photos AG, Smart Energysystems International AG y SMA Solar Technology AG.

(EN) Suitable appliances

(FR) Appareils de consommation appropriés

(ES) Equipos de consumo adecuados



Phocos AG

(EN) This kiosk in Auroville, India, can offer cold drinks and food thanks to an independent power supply and DC fridge.

(FR) Ce kiosque à Auroville, Inde, peut offrir des boissons fraîches et des aliments grâce à une alimentation indépendante et à un réfrigérateur CC.

(ES) Este quiosco en Auroville (India) ofrece bebidas frías y comida gracias a un suministro eléctrico independiente y a un frigorífico de CC.

(EN) The use of efficient and low-energy appliances is essential to ensure the cost-effectiveness of off-grid electrical systems. Selecting the right appliance is a crucial decision as its energy consumption determines the load characteristics of a system and thus the electricity demand. Ideally appliances should be selected before the power generation system is purchased. Many electronic consumer goods, such as laptops, sound systems and mobile phones, are operated at low voltage and thus easily powered off-grid.

DC appliances can achieve high levels of efficiency at relatively low cost. German companies have developed a range of low-energy products, including low-energy DC lights, TV sets and freezers / refrigerators (for medical, veterinary and use in domestic households), specially designed for connection to small off-grid systems.



“If we want to improve people’s living conditions in Africa, we must help them by finding reliable, cost-effective solutions for providing light and power.”

Andreas Kettenacker, Business Development Manager Sub-Saharan Africa, Phocos AG
fabricante | inversor, tecnología de fuente solar, software, controladores de carga, sistemas pico, componentes de CC

Efficient heat storage and distribution is essential in solar thermal systems. Low-energy and passive buildings can dispense with energy-hungry air-conditioning systems

Appliances designed specially for off-grid applications are available from Phaesun GmbH and Phocos AG.

(FR) Afin d’assurer une exploitation efficace et rentable des systèmes hors réseau, il convient d’y raccorder uniquement des appareils efficaces et peu énergivores. Comme la consommation énergétique détermine les propriétés de charge d’un système et donc les besoins en courant, le choix des bons appareils est capital. Idéalement, il faudrait choisir les appareils avant l’acquisition de l’installation de production d’énergie. De nombreux appareils électroniques tels que les ordinateurs portables, les haut-parleurs et les téléphones portables fonctionnent sous basse tension et peuvent de ce fait fonctionner sans problème même s’ils sont hors réseau.

Il est possible d’utiliser des appareils fonctionnant au courant continu avec relativement peu de dépenses. Les sociétés allemandes ont développé différents appareils qui consomment peu d’énergie spécialement prévus pour le couplage sur de petits systèmes autarciques. Par exemple, des appareils d’éclairage, des téléviseurs et des congélateurs/réfrigérateurs CC peu énergivores (à des fins médicales/vétérinaires ou pour un usage domestique).



« Si nous tenons à améliorer les conditions de vie de la population en Afrique, nous devons les aider en trouvant des solutions fiables et rentables pour la fourniture d’électricité et d’éclairage. »

Andreas Kettenacker, Business Development Manager Afrique subsaharienne, Phocos AG
fabricante | onduleur, technique solaire, logiciels, contrôleur de charge, systèmes pico, composants DC

Dans les systèmes solaires thermiques, le stockage et la distribution efficaces de la chaleur sont des critères décisifs. Dans les maisons passives et basse énergie, il n’est pas nécessaire d’installer une climatisation énergivore.

Des appareils spécifiquement conçus pour une utilisation hors réseau sont disponibles chez Phaesun GmbH et Phocos AG.

(ES) Para garantizar un funcionamiento rentable de los sistemas «sin conexión a red», solo deberán conectarse equipos eficaces con un reducido consumo de energía. Dado que el consumo de energía determina las características de carga de un sistema y, por tanto, el consumo de electricidad, es decisivo seleccionar correctamente los equipos. Por ende, los equipos de consumo deberán seleccionarse antes de la adquisición de la instalación de generación de energía. Muchos artículos de consumo (ordenadores portátiles, equipos de altavoces, teléfonos móviles, etc.) funcionan con baja tensión, por lo que pueden operar sin problemas incluso de forma remota.

Los equipos de corriente continua consiguen, con relativamente poco consumo, buenos rendimientos. Las empresas alemanas han diseñado diferentes equipos que ahorran energía, especialmente para la conexión con pequeños sistemas independientes, por ejemplo, lámparas, televisores y frigoríficos/neveras de CC de bajo consumo (para fines médicos/veterinarios o para su uso en casas particulares).



«Si queremos mejorar las condiciones de vida de las personas en África, debemos ayudarles buscando soluciones rentables y fiables para generar luz y energía.»

Andreas Kettenacker, responsable de desarrollo comercial para el África subsahariana, Phocos AG
fabricante | inversor, tecnología de fuente solar, software, reguladores de carga, sistemas pico, componentes de CC

La acumulación térmica y la distribución eficaces desempeñan dos papeles determinantes en los sistemas termosolares. Las viviendas pasivas o de baja energía pueden prescindir de una climatización de edificios de elevado consumo de energía.

Dispositivos diseñados específicamente para aplicaciones autónomas están disponibles de Phaesun GmbH y Phocos AG.

(EN) Non-technical aspects of a successful project implementation

(FR) Aspects non techniques nécessaires à la réussite d'un projet

(ES) Aspectos no técnicos para la realización exitosa de un proyecto

Depending on the technology, the **site** and / or the **alignment** of the system should be analysed carefully to ensure optimum yields, for example in wind energy, hydro-power or photovoltaics. With wind energy, make sure the wind conditions are optimal; with hydropower, consider the flow characteristics of the water, the water level and the characteristics of the bank; with photovoltaics, ensure ideal alignment to the sun and avoid shade. Depending on the technology, system size and prevailing legal situation, legal aspects relating to **construction, protection of nature and bodies of water** must be checked and taken into account. For example, the tower heights of wind turbines may be limited by regional legislation. The design and implementation of the off-grid project must be in harmony with the overall rural electrification plan in the region.

Professional knowledge and experience are required for the **planning and design** of off-grid systems. With this in mind, a reliable technology supplier should be selected that can help with the energy requirements analysis and cast a critical eye over the initial design proposals and optimise them if necessary.

Public institutions and government bodies can play a vital role in the **funding** of off-grid power supply solutions, for example by enacting the appropriate **statutory framework**. However, in most cases the approach to funding renewable energies is fundamentally different from that applicable to conventional energy technologies. Governments can designate areas that will not be considered for a grid expansion and operate a special funding policy here. Governments can provide funding or put it out to public tender. In another variant, governments establish a rural energy fund and offer to help with investments in the electrification of off-grid areas with grants on a first-come-first-serve basis. Another option is that an energy provider nominated by the government operates an off-grid island network at state-defined energy prices, but receives funding from the state to offset the increased generation, operation and maintenance costs. Mixed models can also be very successful. In Sri Lanka, for example, micro-loans from the government combined with direct subsidies ensure that rural solar home systems are very widespread; over 100,000 SHS have been installed under the programme. Planning and building regulations along with preferential customs duties for relevant product lines can also have a positive effect on the establishment of off-grid projects.

Careful **financial planning** is also vital. Various project and consumer financing models are available. A distinction

is drawn between general project plans that can access appropriate capital (tourism or telecommunications industry projects) and those that are primarily funded by means of loans or public subsidies. Micro-financing institutes (MFI) can offer loans to buy solar home systems. The energy requirement, consumption and affordability are taken into account in the decision to invest and the preparation of the micro-financing plan.

Bilateral and multilateral funding for programmes and aid projects also offer realistic sources of funding, especially for large-scale technical projects. However, there are still gaps in funding for medium-sized projects, especially those still in the initial stage of development requiring start-up funding, for example for initial feasibility studies.

Off-grid electrification projects by the World Bank are traditionally cofinanced by the Global Environmental Facility (GEF) if there are market barriers to the use of technologies. Various models for rural electrification are also funded by the Global Partnership on Output Based Aid (GPOBA). The Energy Sector Management and Assistance Program (ESMAP) funds training in operational and financial management, whilst technical training is supported by the World Bank's Asia Sustainable and Alternative Energy Program (ASTAE) and the Public Private Infrastructure Advisory Facility (PPIAF). Moreover, the Climate Investment Funds (CIF) have been funding off-grid projects in developing countries since 2008.

Another financing alternative is the market-based **Clean Development Mechanism (CDM)** set out in the Kyoto Protocol. Under the CDM, renewable energies projects in developing countries can acquire Certified Emission Reduction (CER) loans for every tonne of CO₂ saved. The CERs can be traded or sold. It is of interest to industrialised nations to acquire the CERs as they allow them to meet some of their emissions-reduction targets under the Kyoto Protocol.

Energy supply is not a one-off investment, but a long-term service. This should go hand in hand with careful, long-term planning of consumer tariffs, operation and **maintenance** as well as battery replacement. Accordingly, maintenance contracts, **insurance policies** and product guarantees should be incorporated into the project plan. Reliable partnerships between technology suppliers and local partners are essential. Power supply via a **Rural Energy Service Company (RESCO)** may be an appro-

Financing modern energy access



Source: International Energy Agency (IEA), World Energy Outlook 2011

(EN) Access to modern energy services: types of financing.

(FR) Accès aux services modernes en énergie : types de financement.

(ES) Acceso a los modernos servicios energéticos: métodos de financiación.

priate model for low-income households. RESCOs not only bear the initial investment costs for a system but also perform the necessary maintenance work. RESCOs refinance their expenditure via what is known as a **“Fee-for-Service” model**.

Whether a project will be successful in the long term also depends on whether the **staff on site** are suitably **trained and qualified**. The capacities of local partners in terms of installation, operation and maintenance of the system still need to be developed, particularly in remote regions with limited market structures. Technical training must be provided using specific case studies and practised. Some German companies / institutions have specialised in both technical and non-technical training in renewable energies – from individual intensive training courses to full-scale courses of study at universities. Furthermore, German technology suppliers offer comprehensive training courses on their specific technology, both in Germany and at the customer’s premises abroad.



In our hands-on training courses, our participants obtain the know-how to plan, install and maintain stand-alone photovoltaic and hybrid systems. Well-trained staff is key to ensuring long-lasting life cycles and good energy yields for any given application.”

Jens Altevogt, Project Director, PV Off-Grid Training, Renewables Academy AG
consultant, educational institution | training

Seminars on renewable energies and energy efficiency are offered by Renewables Academy AG.

(FR) Selon la technologie, le **lieu d’implantation** et l'**équipement** de l’installation doivent être analysés soigneusement afin d’assurer des rendements optimaux, en ce qui concerne par exemple l’énergie éolienne, hydraulique ou photovoltaïque. Pour l’énergie éolienne, il convient de tenir compte des conditions optimales du vent. Pour l’énergie hydraulique, des propriétés du débit d’eau, de l’état de l’eau et de la constitution du rivage tandis que pour le photovoltaïque, il faut veiller à une orientation idéale par rapport au soleil et éviter l’ombre. En fonction de la technologie, de la taille de l’installation et de la législation prédominante, il faut également contrôler et tenir compte des aspects liés à la **construction, à la protection de la nature ou à la législation de protection des eaux**. Par exemple, dans certaines régions, la hauteur des mâts d’éoliennes est limitée. Par ailleurs, la conception et la réalisation du projet hors réseau doivent être en harmonie avec le plan d’électrification rural de la région.

Pour la **planification et l’aménagement** d’installations hors réseau, il est nécessaire de disposer des compétences et de l’expérience requises. Il convient de sélectionner un fournisseur de technologie sur lequel vous pouvez compter. Ce dernier pourra vous aider dans l’analyse des besoins énergétiques et revérifier les premières propositions de planification et, le cas échéant, les optimiser.

Les institutions publiques et les organes gouvernementaux peuvent jouer un rôle vital dans la **subvention** de solutions autarciques d’approvisionnement en énergie, par

exemple en décrétant les **conditions-cadres légales** en question. Mais souvent, l'approche relative aux subventions accordées pour les énergies renouvelables se distingue essentiellement de celle en vigueur pour les technologies d'énergie conventionnelles. Les gouvernements connaissent les régions dans lesquelles il est hors de question d'élargir le réseau et peuvent y exercer une politique de subvention particulière. Les gouvernements peuvent procurer des moyens de financement ou faire des appels d'offres publics. Par ailleurs, les gouvernements peuvent aussi créer un fonds local pour l'énergie et proposer l'octroi d'investissements pour l'électrification de zones éloignées du réseau en allouant des aides selon le principe du « premier arrivé, premier servi ». Un fournisseur d'énergie désigné par le gouvernement peut aussi exploiter un réseau isolé au prix de l'énergie fixé par l'État et recevoir de ce dernier une compensation pour financer les coûts liés à la production, l'exploitation et la maintenance. Les modèles combinés peuvent eux aussi bien fonctionner. Au Sri Lanka par exemple, les microcrédits du gouvernement associés aux subventions directes contribuent à une large diffusion des Solar Home Systems ruraux ; plus de 100 000 SHS ont été installés dans le cadre de ce programme. Les instruments urbanistiques et juridiques ainsi que les droits préférentiels pour les familles de produits correspondantes peuvent aussi influencer positivement la réalisation de projets hors réseau.

Par ailleurs, il convient de présenter un **plan de financement** minutieux. À ce sujet, il existe différents modèles de financement pour le projet et les consommateurs. En général, on distingue les projets qui peuvent recourir à des capitaux propres (projets dans le secteur du tourisme et des télécommunications) et les projets qui sont financés principalement par des crédits ou des subventions publiques. Les instituts de microfinancement peuvent octroyer des crédits pour l'acquisition de systèmes solaires sur site isolé. Lors du choix de l'investissement et de l'élaboration du plan de microfinancement, il faut tenir compte des besoins énergétiques, de la consommation ainsi que de la capacité de remboursement.

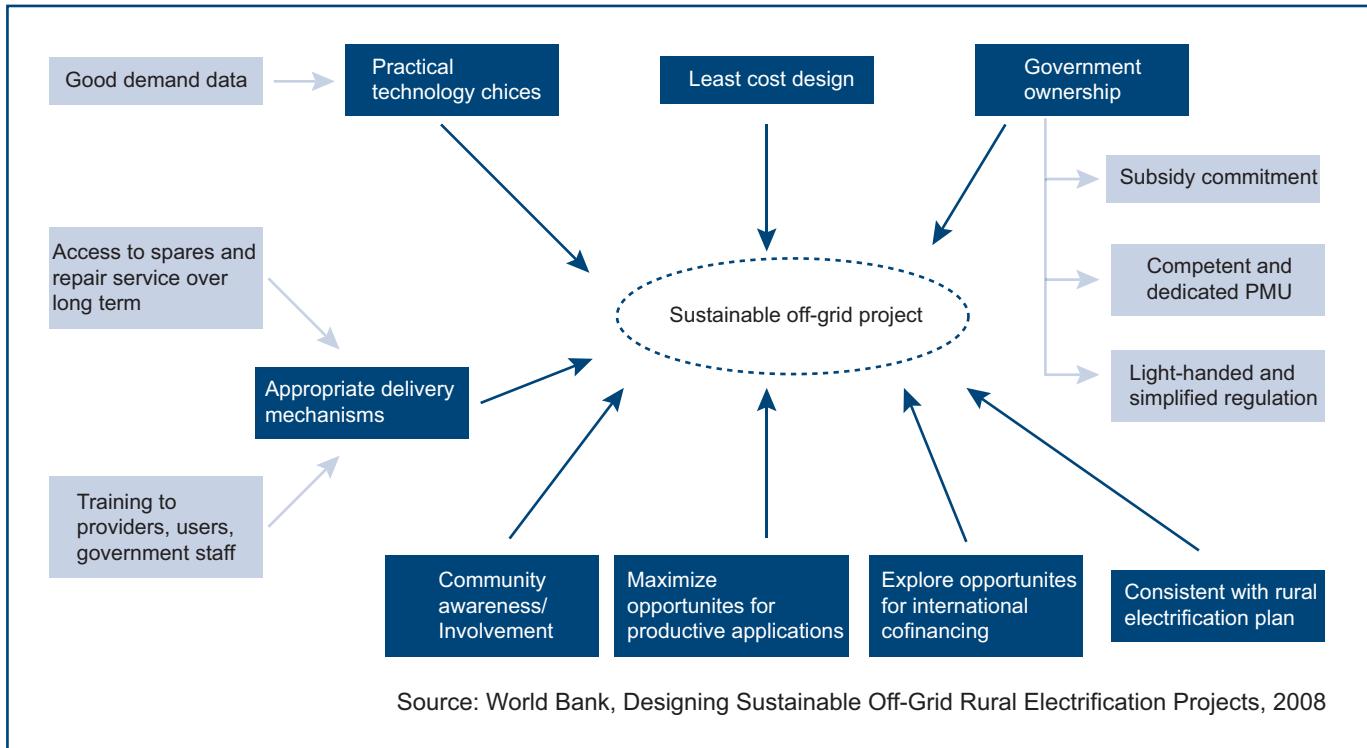
Les programmes et projets d'aide soutenus de manière bilatérale et multilatérale proposent d'autres sources de financement réalisistes, en particulier pour les grands projets techniques. En revanche, il est toujours aussi difficile de financer des projets de taille moyenne. Surtout lorsqu'ils doivent être financés alors qu'ils se trouvent encore au stade d'ébauche, par exemple pour la première étude de faisabilité.

Les projets d'électrification hors réseau de la Banque mondiale sont habituellement cofinancés par Global Environmental Facility (GEF) si des obstacles propres au marché s'opposent à l'utilisation de technologies. Divers modèles d'électrification rurale sont en outre soutenus par Global Partnership on Output Based Aid (GPOBA). Le Energy Sector Management and Assistance Program (ESMAP) encourage les formations en gestion des exploitations et gestion financière alors que les formations techniques sont soutenues par le Asia Sustainable and Alternative Energy Program (ASTAE) de la Banque mondiale et le Public Private Infrastructure Advisory Facility (PPIAF). Par ailleurs, le Climate Investment Funds (CIF) apporte son soutien depuis 2008 aux projets hors réseau dans les pays en développement.

Une autre alternative de financement est proposée par le « **Mécanisme de développement propre** » (MDP), basé sur le marché et fixé par le protocole de Kyoto. Dans le cadre du MDP, les projets liés aux énergies renouvelables dans les pays en développement peuvent obtenir des crédits dits de « unités de réduction certifiée des émissions » (URCE) par tonne de CO₂ économisée. Les CER peuvent être négociés ou vendus. L'acquisition de CER est intéressante pour les pays industrialisés car ces derniers doivent atteindre les objectifs de réduction d'émission imposés par le protocole de Kyoto, notamment en achetant ces CER.

L'approvisionnement en énergie ne représente aucun investissement. C'est une prestation à long terme. Il devrait s'accompagner d'un plan minutieux à long terme qui tiendrait compte des tarifs de consommation, de la gestion d'exploitation, de la **maintenance** ainsi que du remplacement des batteries. Parallèlement, il faudrait élaborer des contrats de maintenance, des **assurances** et des garanties de produit dès la planification du projet. Il est indispensable d'avoir des partenariats fiables entre les fournisseurs de technologies et les partenaires locaux. Pour les foyers à plus faibles revenus, l'approvisionnement en courant par un **Rural Energy Service Company (RESCO)** peut représenter un modèle approprié. Les RESCO prennent non seulement en charge les frais d'investissements de départ mais ils effectuent aussi les travaux de maintenance nécessaires. Ils refinancent leurs dépenses par l'intermédiaire d'un modèle dit « **fee-for-service** ».

La réussite d'un projet à long terme dépend aussi de la **formation et la qualification du personnel local**. Les



(EN) Elements of a sustainable off-grid electrification project.

(FR) Éléments d'un projet durable d'électrification hors réseau.

(ES) Elementos de un proyecto de electrificación sostenible « sin conexión a red ».

compétences des partenaires locaux en matière d'installation, d'exploitation et de maintenance doivent être améliorées principalement dans les régions isolées, où les structures de marché sont limitées. Il convient de proposer des formations techniques et d'entraîner les apprenants en s'appuyant sur des cas pratiques concrets. L'Allemagne possède de nombreuses institutions et entreprises expérimentées recouvrant tous les aspects techniques et non techniques de la formation aux énergies renouvelables, de la formation intensive aux cours débouchant sur des diplômes universitaires. Les fournisseurs de technologies allemands proposent également des formations complètes spécifiques aux technologies, en Allemagne et au niveau international.

« **Lors de nos formations pratiques, nos participants acquièrent le savoir-faire nécessaire pour programmer, installer et entretenir des systèmes photovoltaïques et hybrides autonomes. Un personnel bien formé est essentiel pour assurer la durabilité des cycles de vie et des rendements énergétiques élevés pour toute application donnée.** »

Jens Altevogt, Directeur de projet, Formation en systèmes photovoltaïques hors-réseau, Renewables Academy AG
consultant, établissement d'enseignement | formations



Des séminaires sur les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique sont proposés par Renewables Academy AG.

(ES) Según la tecnología que se aplique, deberá analizarse cuidadosamente el **lugar**, es decir, la **orientación** de la instalación para garantizar un óptimo rendimiento, por ejemplo, en la energía eólica, hidro-eléctrica y fotovoltaica. En la energía eólica, hay que tener en cuenta las óptimas condiciones de viento, en la hidroeléctrica, las propiedades del caudal de agua (nivel de agua y composición de la ribera) y, en la fotovoltaica, la orientación idónea hacia el sol y la prevención de sombras. Según la tecnología, la dimensión de la instalación y la situación jurídica predominante deberán verificarse y tenerse en cuenta, además, los **aspectos en materia de protección del agua, el paisaje y la construcción**, por ejemplo, podrá limitarse la altura de las torres de instalaciones de energía eólica mediante la legislación regional. El concepto y la realización del proyecto «sin conexión a red» debe corresponder al plan superior de electrificación rural de la región.

Para la **planificación y el diseño** de instalaciones «sin conexión a red» se requiere conocimiento en la materia y experiencia. Asimismo, deberá seleccionarse un proveedor de tecnología fiable, que podrá verificar y optimizar de nuevo de forma crítica los análisis de la demanda de energía, así como las propuestas de diseño.

Las instituciones y los organismos estatales públicos desempeñan un papel decisivo en el **fomento** de las soluciones de suministro energético independiente, por ejemplo, dictando las correspondientes **condiciones marco legales**. Con frecuencia, existen diferencias en la forma de proceder en cuanto a la promoción de las energías renovables con respecto a los enfoques vigentes para las tecnologías de energía convencionales. Los gobiernos pueden establecer las zonas que no cumplen los requisitos para una ampliación de la red y practicar, en estos casos, una política de fomento especial. Asimismo, pueden ofrecer medios de financiación o presentar concursos públicos. Otra variante es que los gobiernos crean fondos de energía rurales y ofrecen apoyar las inversiones en la electrificación de regiones remotas con subvenciones que se tramitan por orden de recepción. O bien un distribuidor de energía designado por el Gobierno gestiona una instalación aislada de la red con precios fijados por el Estado y obtiene de él, en compensación por los gastos de producción, funcionamiento y mantenimiento, los correspondientes recursos financieros. Los modelos mixtos también presentan buenos resultados. En Sri Lanka, por ejemplo, los microcréditos del gobierno, junto con las subvenciones directas, proporcionaron un elevado índice de distribución de los sistemas domésticos de energía solar rurales. En el marco del programa, se ins-

talaron más de 100 000 SHS. Los instrumentos en el ámbito de ordenación del territorio y del derecho urbanístico, así como derechos aduaneros preferenciales para las correspondientes gamas de productos, también pueden afectar de forma positiva a la designación de proyectos «sin conexión a red».

Además, resulta imprescindible una cuidadosa **planificación financiera**. En primer lugar, se presentan diferentes modelos de financiación del proyecto y del consumidor. Por lo general, hay que diferenciar entre los proyectos que pueden recurrir a capital propio (proyectos del sector turístico y de telecomunicaciones) y aquellos que se financian, principalmente, mediante créditos o el fomento público. Para la adquisición de sistemas domésticos de energía solar, los institutos de microfinanciación (IMF) podrán otorgar créditos. En la decisión de inversión y en la elaboración del plan de microfinanciación, se tendrán en cuenta la demanda de energía, el consumo, así como la correspondiente solvencia.

Los **proyectos de ayuda humanitaria y programas bilaterales y multilaterales subvencionados** ofrecen fuentes de financiación adicionales realistas, en particular, para proyectos de gran envergadura. Sin embargo, sigue habiendo lagunas en el fomento de los proyectos medianos, especialmente, cuando estos aún se encuentran en la fase inicial del desarrollo del proyecto y requieren un fomento inicial, por ejemplo, para un estudio de viabilidad inicial.

Los proyectos de electrificación «sin conexión a red» del Banco Mundial los cofinancia tradicionalmente el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), cuando las barreras del mercado obstaculizan el empleo de las tecnologías. Asimismo, la Asociación global para la ayuda basada en la producción (GPOBA) fomenta diferentes modelos de electrificación rural. El Programa para la asistencia y gestión del sector energético (ESMAP) fomenta la formación en gestión financiera y empresarial, mientras que el Programa de energía sostenible y alternativa para Asia (ASTAE) del Banco Mundial y el Fondo para infraestructura pública-privada de asesoramiento (PPIAF) fomentan la formación técnica. Desde 2008, los Fondos de inversión para el clima (FIC) promueven también los proyectos «sin conexión a red» en países en vías de desarrollo.

Otra alternativa de financiación la representa el denominado **«Turbinas de vapor» (MDL)**, orientado hacia el mercado, que establece el protocolo de Kioto. En el marco



EN Training center for PV, wind and bioenergy at Earth University in Costa Rica.

FR Centre de formation pour l'énergie photovoltaïque, éolienne et bioénergétique à l'Université de la Terre au Costa Rica.

ES Centro de formación de energía FV, eólica y bioenergía en la Universidad Earth de Costa Rica.

del MDL, los países en vías de desarrollo pueden adquirir créditos para los proyectos de energías renovables por tonelada de CO₂ que no emiten, las denominadas «reducciones de emisiones certificadas (REC)». Las REC pueden negociarse o venderse. La adquisición de REC resulta interesante para los países desarrollados, dado que los objetivos de reducción de emisiones impuestos en el marco del protocolo de Kioto se facilitan, en parte, mediante la adquisición de las REC.

El suministro de energía no representa una inversión única, sino un servicio de muchos años. Esto debería ir acompañado de una planificación cuidadosa a largo plazo en cuanto a la tarifa de consumo, la gestión de la empresa y el **mantenimiento**, así como la sustitución de la batería. En la planificación del proyecto, también se deberán tener en cuenta los contratos de mantenimiento, **seguros** y garantías de producto. Las sociedades de confianza entre proveedores de tecnología y socios locales resultan imprescindibles. Para hogares con ingresos reducidos, las

Empresas de servicios energéticos rurales

(RESCO) pueden representar un modelo adecuado. Las RESCO no solo se hacen cargo de los gastos de inversión iniciales de una instalación, sino que también realizan los trabajos de mantenimiento necesarios. Las RESCO refinancian los gastos a través de un denominado **modelo de «honorarios por servicio prestado»**.

Si un proyecto tiene éxito a largo plazo, dependerá de si se ha **formado y calificado** de forma correspondiente al **personal in situ**. Especialmente en regiones apartadas con estructuras de mercado limitadas, deben desarrollarse las capacidades de los socios locales en cuanto a instalación, funcionamiento y mantenimiento de la instalación. Las medidas de formación técnica deberán realizarse a través de casos prácticos concretos y prácticas. Algunas empresas / instituciones alemanas se han especializado tanto en formaciones técnicas como no técnicas en el sector de las energías renovables, desde formación intensiva individual hasta carreras universitarias. Además, los proveedores de tecnología alemanas ofrecen amplios cursos de formación tecnológica, tanto en Alemania como directamente en la sede del cliente en el extranjero.

«Los participantes en nuestros cursos prácticos de formación adquieren conocimientos prácticos para planificar, instalar y realizar el mantenimiento de sistemas fotovoltaicos e híbridos autónomos. El personal bien formado es la clave para garantizar unos ciclos de vida útil duraderos y unos rendimientos energéticos excelentes en las aplicaciones específicas.»

Jens Altevogt, director de proyectos, formación FV sin conexión a red, Renewables Academy AG
consultor, centros de formación | cursos de capacitación



Los seminarios en el ámbito de las energías renovables y la eficacia energética los ofrece Renewables Academy AG.

(EN) The “renewables – Made in Germany” initiative

(FR) L'initiative « renewables – Made in Germany »

(ES) La iniciativa «renewables – Made in Germany»

(EN) Since 2002 the German government has been closely involved in supporting the global dissemination and transfer of technologies for renewable energies, under the banner “renewables – Made in Germany”. The responsible authority, the Federal Ministry of Economics and Technology, is thus making an active contribution to the global fight against climate change while promoting the worldwide acceptance and use of renewable energies. By showcasing Germany's technical expertise in the field of renewable energy and by organising business trips to and from Germany, the initiative facilitates business contacts between German companies and those from abroad.

The “renewables – Made in Germany” initiative is supported by its partners the German Chambers of Commerce (AHKs), the Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) – the German Energy Agency – and the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

dena Solar Roofs Programme for Foreign Market Development

The dena Solar Roofs Programme serves worldwide as a flagship set of projects for German renewable energy expertise in the field of photovoltaics, solar cooling and solar thermal energy, coordinated by the Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) – the German Energy Agency. All of the solar roofs projects developed by dena are designed as public private partnerships (PPP) and co-financed by the “renewables – Made in Germany” initiative of the German Federal Ministry of Economics and Technology. dena also initiates and oversees the transfer of specific technology and application know-how. Since 2004, 38 projects have been realised in, for example, Australia, China, Russia, Costa Rica, India, South Africa, Indonesia, Turkey, Palestine and Taiwan.

Project example 1: Off-grid solar house, Nicaragua

A German company developed an off-grid solar house which combines various renewable technologies. On the roof, 1.9 kWp of PV modules provide electricity which, among other things, powers a solar pump system; solar thermal collectors on 2.24 m² and a 160-litre buffer storage volume heat the process water. Natural air conditioning is achieved in a modular, lightweight way. A UVC filtering system, which disinfects water for the hot and cold water circuit in the house using a disinfectant and active carbon filter depending on the original quality, ensures that the water is of the requisite quality. Energy-efficient, state-of-



Selected Electronic Technologies GmbH (set), Karl Korupp

(EN) Off-grid solar house in León, Nicaragua.

(FR) Maison solaire autarcique en énergie à León, au Nicaragua.

(ES) Casa de energía solar independiente en León (Nicaragua).

the-art DC appliances are the icing on the cake for frugal use of resources. All the energy transformers, stores and appliances are controlled and monitored by an Intelligent System Controller.

Project example 2: Research project at Ethiopian engineering school

A solar power plant with various types of modules and inverters was installed on the roof of the Solar Energy Foundation near Addis Ababa in 2010. This is intended to test which system type delivers the highest energy yield. In addition to complementing the power supply, it also serves as a training system for the Solar Energy School. A German company installed various module types, including polycrystalline, amorphous and monocrystalline modules by German manufacturers. The first system, the DC system, has a large battery reserve capacity to bridge power failures. However, solar power is given priority and only supplemented with mains power even when the mains grid in Addis Ababa is working. Battery capacity: 48 kWh. The second system, the AC system, uses two inverters from SMA. One feeds the solar electricity into the building's power grid and the second inverter is used to charge the battery and transform the battery power from DC into AC. The two solar systems have a total output of 9.43 kWp.



GIZ / Project Development Programme

- (EN)** PV technology “made in Germany” at the SOS Childrens’ Village in Mombasa.
- (FR)** Technologie photovoltaïque « made in Germany » à SOS Village d’Enfants à Mombasa.
- (ES)** Tecnología fotovoltaica «made in Germany» en la Aldea Infantil SOS en Mombasa (Kenia).

Renewable Energy Project Development Programme (PDP)

Since 2009 PDP has been implemented by the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH in East-Africa and South-East Asia as part of the “renewables – Made in Germany” initiative of the Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi). Starting in 2013 PDP will expand its activities to further countries in Sub-Saharan Africa.

In emerging and newly industrialised countries, there is great need for reliable and cost-effective off-grid energy solutions. Particularly interesting markets are developing. The realisation of tangible projects, however, keeps being challenging. This is where the Renewable Energy Project Development Programme (PDP) comes in:

- PDP facilitates business partnerships between local and German companies and provides a variety of support services for the realisation of their project ideas.
- It informs both sides about market potentials, current developments, technical application possibilities and opportunities for cooperation.
- It provides assistance in the assessment of project feasibility and brokers between the project partners and local authorities.
- PDP facilitates the improvement of local capacities through trainings and contributes to the development of long-term sustainable market structures via policy advice to governments and administrations as well as support to local industry associations.

PDP at work: Promoting Solar (PV) in East Africa and Southeast Asia

Uganda has abundant resources of solar energy. Apart from supplying energy to private households, health centres and schools, the telecommunications industry is a major growth sector for the technology. PDP, the German Solar Industry Association (BSW) and German companies together installed three solar (PV) demonstration systems in Kampala, which were used for a one-week advanced technical and business seminar geared to project development.

In Kenya, which has equally good natural conditions for solar energy, PDP was able to facilitate the realisation of two of Sub-Saharan Africa’s largest PV plants, which now use technology made in Germany to provide reliable electricity to the SOS Childrens’ Village in Mombasa and the headquarters of the United Nations Environmental Programme (UNEP) in Nairobi.

In the Philippines, government and authorities are paving the way for the installation of increasingly more renewable energy capacities in the island state’s many off-grid areas. This is requiring not only the establishment of laws, rules and regulations, but also an understanding of the technical aspects of interconnectivity on regulator, grid operator, power generator and project developer side. In order to enhance the understanding of the technical opportunities and challenges of PV hybrid power generation and optimize standards for the interconnection, PDP organized a workshop for Philippine authorities and invited German companies to provide their expertise – one step further on the way to the realisation of Philippine pilot projects.

(FR) Les fabricants allemands de technologies et services dans le secteur des énergies renouvelables font partie des leaders mondiaux. Depuis 2002, sous le slogan « renewables – Made in Germany », le gouvernement allemand s’investit de manière intensive dans le transfert des technologies et l’utilisation au niveau mondial des énergies renouvelables. Le Ministère allemand de l’Économie et de la Technologie, en tant qu’autorité compétente, contribue activement à la lutte mondiale contre le changement climatique et encourage, dans un même temps, l’acceptation et le recours aux énergies renouvelables dans le monde entier. La présentation d’expertises allemandes dans le domaine des énergies renouvelables ainsi que les voyages d’affaires organisés dans le cadre de cette initiative de et vers l’Allemagne soutiennent la création et la consolidation de relations commerciales entre les entreprises allemandes et les entreprises situées à l’étranger.

L'initiative « renewables – Made in Germany » est soutenue par ses partenaires : les Chambres de commerce allemandes (AHKs), la Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) – l'Agence allemande de l'énergie – et la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Programme dena de toits solaires pour le développement du marché à l'étranger

Le programme de toitures solaires de la DENA fait office, dans le monde entier, de projet phare parmi un ensemble de projets dans le cadre de l'expertise allemande en matière d'énergie renouvelable dans le domaine de l'énergie photovoltaïque, du refroidissement solaire et de l'énergie solaire thermique, coordonné par la Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) – l'Agence allemande de l'énergie. Tous les projets de toitures solaires développés par la DENA sont conçus comme des partenariats public-privé (PPP) et cofinancés par l'initiative « renewables – Made in Germany » (énergies renouvelables en Allemagne) du Ministère fédéral allemand de l'Économie et de la Technologie. La DENA initie et surveille également le transfert de technologies spécifiques et de savoir-faire lié aux applications. Depuis 2004, 38 projets ont été réalisés, notamment en Australie, en Chine, en Russie, au Costa Rica, en Inde, en Afrique du Sud, en Indonésie, en Turquie, en Palestine et à Taïwan.

Exemple de projet 1 : maison solaire autarcique au Nicaragua

Une entreprise allemande a mis au point une maison solaire autarcique qui réunit plusieurs technologies renouvelables. Des modules photovoltaïques de 1,9 kWp sur le toit fournissent du courant qui alimente entre autres un système de pompe solaire ; des capteurs solaires thermiques d'une surface de 2,24 m² et un réservoir d'accumulation d'un volume de 160 litres réchauffent l'eau domestique. Un système facilement modulable permet d'atteindre une climatisation naturelle. Grâce à un système de filtre UVC, l'eau est stérilisée avec un filtre de désinfection et de charbon actif pour le circuit d'eau chaude et d'eau froide de la maison en fonction de la qualité d'origine. Cela permet de garantir une eau de qualité. Les appareils fonctionnant au courant continu et qui présentent une efficacité énergétique selon l'état actuel de la technique complètent l'utilisation économique des ressources. Tous les convertisseurs d'énergie, accumulateurs et appareils sont commandés et surveillés par un « Intelligent System Controller ».

Exemple de projet 2 : projet de recherche dans une école éthiopienne d'installateurs

En 2010, près d'Addis Abeba, une installation solaire a été placée sur le toit de la Solar Energy Foundation avec différents types de modules et d'onduleurs. Ce système devrait déterminer le type d'installation qui apporte le meilleur rendement énergétique. En plus de compléter l'approvisionnement en courant, il sert aussi d'outil de formation pour la Solar Energy School. Une société allemande a investi dans différents types de modules : polycristallins, amorphes et monocristallins conçus par des fabricants allemands. Dans le premier système, dans le couplage CC, la batterie dispose d'une grande capacité de réserve afin de pouvoir pallier les pannes de courant. Même quand le réseau électrique fonctionne à Addis Abeba, c'est l'énergie solaire qui est utilisée en priorité. Elle est complétée par le courant du réseau. Capacité de la batterie : 48 kWh. Dans le deuxième système de la technique CA, deux onduleurs sont utilisés par SMA. Le premier alimente en courant le réseau électrique de la maison solaire tandis que le deuxième sert au chargement de la batterie et à la conversion du courant continu en courant alternatif. Les deux systèmes solaires ont une puissance totale de 9,43 kWp.

Programme de développement de projets (PDP) sur l'énergie renouvelable

Depuis 2009, le PDP a été mis en œuvre par la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en Afrique orientale et en Asie du Sud-Est dans le cadre de l'initiative « renewables – Made in Germany » du Ministère fédéral de l'Économie et de la Technologie (BMWi). À partir de 2013, ce programme élargira ses activités à d'autres pays d'Afrique subsaharienne.

Les pays émergents et récemment industrialisés connaissent un besoin important de solutions énergétiques hors réseau fiables et rentables. Des marchés particulièrement intéressants se développent. La réalisation de projets tangibles reste néanmoins un défi. C'est ici qu'intervient le Programme de développement de projets (PDP) en matière d'énergie renouvelable :

- le PDP facilite les partenariats commerciaux entre les entreprises locales et allemandes et fournit une large gamme de services de soutien pour la réalisation de leurs idées de projets.



Suntransfer GmbH, York Ditfurth

- EN** Research and demonstration system for the International Solar Energy School near Addis Ababa in Ethiopia.
FR Documents de recherche et de présentation pour l'école International Solar Energy School à Adis Abeba, en Éthiopie.
ES Instalación de investigación y demostración de la International Solar Energy School en Adís Abeba (Etiopía).

- il informe les deux parties des potentiels du marché, des développements actuels, des possibilités d'application technique et des opportunités de coopération.
- il contribue à l'évaluation de la faisabilité des projets et des intermédiaires entre les partenaires du projet et les autorités locales.
- le PDP facilite l'amélioration des capacités locales par le biais de formations et contribue au développement de structures de marché durables à long terme via des conseils stratégiques aux gouvernements et à l'administration ainsi qu'un soutien aux associations industrielles locales.

Le PDP en action : promotion de l'énergie solaire (photovoltaïque) en Afrique orientale et en Asie du Sud-Est

L'Ouganda dispose de ressources abondantes d'énergie solaire. Outre la distribution d'énergie aux ménages privés, aux centres de santé et aux écoles, l'industrie des télécommunications est un secteur de croissance majeur pour la technologie. Le PDP, l'Association allemande de l'industrie

solaire (BSW) et les sociétés allemandes ont installé conjointement trois systèmes de démonstration d'énergie solaire (photovoltaïque) à Kampala, qui ont été utilisés pour un séminaire technique et commercial avancé d'une semaine consacré au développement de projets.

Au Kenya, qui présente des conditions naturelles aussi favorables pour l'énergie solaire, le PDP pourrait faciliter la réalisation de deux des usines photovoltaïques les plus importantes de l'Afrique subsaharienne, qui utilisent aujourd'hui une technologie allemande pour fournir une alimentation électrique fiable à SOS Villages d'enfants à Mombasa et au siège du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) à Nairobi.

Aux Philippines, le gouvernement et les autorités mettent en place les conditions essentielles à l'installation de capacités croissantes d'énergie renouvelable dans de nombreuses zones hors réseau de l'état insulaire. Cela requiert non seulement l'établissement de lois, règles et règlements mais aussi une compréhension des aspects techniques de l'interconnectivité de la part de l'organisme de contrôle, de

l'opérateur du réseau, du producteur d'énergie et du dévelopeur de projets. Afin d'améliorer la compréhension des opportunités et des défis techniques de la production d'électricité photovoltaïque hybride et d'optimiser les normes pour l'interconnexion, le PDP a organisé un atelier destiné aux autorités philippines et a invité les sociétés allemandes à transmettre leur expertise – un pas de plus vers la réalisation des projets pilotes aux Philippines.

(ES) Los fabricantes y proveedores alemanes son líderes en tecnología y servicio de energías renovables. Con el lema «renewables – Made in Germany», el gobierno alemán fomenta desde 2002 de forma intensiva la transferencia tecnológica y la difusión de las energías renovables a escala mundial. El Ministerio de Economía y Tecnología (BMWi, por sus siglas alemanas), como organismo responsable, contribuye activamente en la lucha global contra el cambio climático y fomenta al mismo tiempo la aceptación mundial y el uso de las energías renovables. La presentación de expertos alemanes en el sector de las energías renovables, así como los viajes de negocio desde y hacia Alemania organizados en el marco de la iniciativa, fomentan las relaciones comerciales entre las empresas alemanas y extranjeras.

La iniciativa «renewables – Made in Germany» está patrocinada por los socios de la cámara de comercio de Alemania, German Chambers of Commerce (AHK), la agencia alemana de energía, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Programa de techos solares de dena para la apertura de mercados extranjeros

El programa de techos solares de dena desempeña a nivel mundial el papel de buque insignia de los proyectos que demuestran la experiencia alemana en energías renovables en el ámbito de la energía fotovoltaica, refrigeración solar y energía solar térmica, coordinado por la agencia alemana de energía Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). Todos los proyectos de techos solares desarrollados por dena están diseñados en calidad de asociaciones públicas-privadas (PPP, por sus siglas en inglés) y están cofinanciados por la iniciativa «renewables – Made in Germany» del Ministerio Federal de Economía y Tecnología alemán. Asimismo, dena inicia y supervisa la transferencia de tecnología específica y conocimientos prácticos de aplicación. Desde el año 2004, se han llevado a cabo 38 proyectos en

lugares como Australia, China, Rusia, Costa Rica, India, Sudáfrica, Indonesia, Turquía, Palestina y Taiwán.

Ejemplo 1: casa solar independiente (Nicaragua).

Una empresa alemana diseñó una casa solar independiente que reúne distintas tecnologías renovables. Los paneles fotovoltaicos de 1,9 kilovatios pico en el techo generan electricidad que abastece, entre otras cosas, un sistema de bombas. Los colectores termosolares en 2,24 metros cuadrados y el acumulador intermedio con un volumen de 160 litros calientan el agua de servicio. La climatización natural se consigue mediante la construcción modular de materiales ligeros. Un sistema de filtros ultravioleta de tipo C, que depura el circuito de agua caliente y fría de la casa según la calidad de origen con un filtro de carbón activado o desinfectante, garantiza la calidad del agua necesaria. Los equipos de consumo de CC energéticamente eficaces con tecnología de vanguardia completan la utilización más provechosa de los recursos. Todos los convertidores de energía, acumuladores y equipos se controlan y supervisan a través de un «controlador de sistema inteligente».

Ejemplo 2: proyecto de investigación en una escuela de instaladores en Etiopía.

En 2010, en el techo de la Fundación de Energía Solar, en Adís Abeba, se instaló un sistema fotovoltaico con distintos paneles e inversores fotovoltaicos. De este modo, quería comprobarse qué tipo de instalación aporta el mayor rendimiento energético. Además de apoyo al suministro de electricidad, sirve como instalación de formación para la Solar Energy School. Una empresa alemana empleó distintos tipos de paneles (policristalinos, amorfos y monocristalinos) de fabricantes alemanes. El primer sistema (en la conexión de CC) tiene una gran capacidad de reserva de la batería, de forma que cubre cortes de corriente. Aunque funcione una red eléctrica en Adís Abeba, tiene prioridad el uso de la corriente de energía solar, que se complementa con corriente de la red. Capacidad de la batería: 48 kilovatios-hora. En el segundo sistema con técnica de CA, se emplean dos inversores de SMA. El primero abastece corriente de energía solar a la red eléctrica de la casa el segundo inversor sirve para cargar la batería y convertir la corriente de la batería de CC a CA. Los dos sistemas fotovoltaicos tienen una potencia total de 9,43 kilovatios pico.

Programa para el desarrollo de proyectos de energías renovables (PDP)

Desde el año 2009, el Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH ha aplicado el PDP en África Oriental y en el Sudeste Asiático en el marco de la iniciativa «renewables – Made in Germany» del Ministerio Federal de Economía y Tecnología (BMWi). A partir de 2013, el PDP ampliará sus actividades a otros países del África subsahariana.

En los países emergentes y con un sector industrial reciente, existe una gran necesidad de soluciones no conectadas a la red fiables y rentables. Se desarrollan mercados especialmente interesantes. No obstante, la realización de proyectos tangibles sigue representando un desafío. Es ahí donde entra en escena el programa de desarrollo de proyectos de energías renovables:

- El PDP facilita las asociaciones comerciales entre empresas locales y alemanas y proporciona una variedad de servicios de asistencia para la realización de las ideas de proyectos.
- Informa a ambas partes sobre las posibilidades del mercado, los desarrollos actuales, las posibilidades de aplicación técnica y las oportunidades de cooperación.
- Ofrece asistencia en la evaluación de la viabilidad del proyecto y media entre los asociados del proyecto y las autoridades locales.
- El PDP facilita la mejora de las habilidades locales mediante cursos de formación y contribuye al desarrollo de estructuras de mercado sostenibles a largo plazo mediante el asesoramiento a gobiernos y administraciones en cuanto a políticas y la asistencia a asociaciones industriales locales.

PDP en acción: promoción de la energía solar (FV) en África Oriental y el Sudeste Asiático

Uganda dispone de abundantes recursos de energía solar. Además de suministrar energía a hogares, centros sanitarios y escuelas, el sector de las telecomunicaciones es un sector de crecimiento importante de la tecnología. El PDP, la Asociación del sector solar alemán (BSW) y empresas alemanas han instalado tres sistemas solares (FV) de muestra en Kampala, que se utilizaron en un seminario empresarial y técnico avanzado de una semana de duración encaminado al desarrollo de proyectos.

En Kenia, que también posee unas buenas condiciones naturales para la energía solar, el PDP facilita la realización de dos de las mayores plantas FV del África subsahariana, que emplean tecnología fabricada en Alemania para suministrar electricidad a la aldea de SOS Children en Mombasa y a la sede del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en Nairobi.

En Filipinas, el gobierno y las autoridades están preparando el terreno para la instalación de más instalaciones de energías renovables en muchas de las zonas sin red del territorio insular. Ello no solo precisa la elaboración de leyes y normativas, sino también la comprensión de aspectos técnicos de la interconectividad por parte de los legisladores, operadores de red, generadores de energía y desarrolladores de proyectos. Para mejorar la comprensión de las oportunidades técnicas y los desafíos que plantea la generación híbrida de energía FV y optimizar las normativas de interconexión, el PDP organizó un taller para las autoridades filipinas e invitó a empresas alemanas para que aportaran su experiencia con el fin de dar un paso más en la realización de los proyectos piloto en Filipinas.

(EN) Companies

(FR) Entreprises

(ES) Compañías



iStockphoto.com / dblight

page	company	full-line provider	manufacturer	supplier	project engineer	project developer	service and maintenance	financing	event organiser	consultant	dealer	operator	other
58	abakus solar AG	•											
59	Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE												•
60	cebeEnergy GmbH		•		•		•						
62	juwi Holding AG				•	•	•						
63	Intersolar Europe 2013								•				
64	OSSBERGER GmbH + Co		•		•		•						
65	Phaesun GmbH				•	•					•		
66	Phocos AG		•										
68	Renewables Academy AG								•				•
69	Smart Energysystems International AG	•		•									
70	SMA Solar Technology AG												



abakus solar AG

address Leithestr. 39 • 45886 Gelsenkirchen, Germany
contact Mr Frank Polhaus
phone +49 (0) 209-73 08 01-0
profile full-line provider | engineering services, power plants, solar home systems

e-mail info@abakus-solar.de
web www.abakus-solar.de
fax +49 (0) 209-73 08 01-99



Gnötzheim II solar park in Bavaria.

Sun with Know-How

(EN) Established in 1995, abakus solar AG is a leading international system house for photovoltaics with comprehensive technical skills from small systems to solar parks with output in the megawatt range. The company's headquarters are in Gelsenkirchen with offices in Cologne, Munich and Berlin. abakus solar currently employs a total of around 85 permanent staff in Germany. The company has offices and subsidiaries in Italy, Greece, the USA and India.

The company's main areas of activity are in the planning and turnkey construction of photovoltaic power plants, the wholesale of components and complete systems, the implementation of solar systems that are integrated in buildings and the development and sale of PV projects in open spaces and on roofs at home and abroad.

(FR) La société Abakus solar AG est un des principaux fournisseurs de systèmes d'envergure internationale pour le secteur du photovoltaïque, disposant de compétences techniques étendues, allant de la petite installation au parc solaire de plusieurs mégawatts. La société est établie à Gelsenkirchen (Allemagne) et possède également des bureaux à Cologne, Munich et Berlin. Au total, Abakus solar emploie actuellement environ 85 collaborateurs permanents. La société est représentée par des filiales et des participations en Italie, en Grèce, aux États-Unis et en Inde.

L'entreprise, fondée en 1995, est spécialisée dans la conception et la construction clés en main de centrales photovoltaïques, dans le commerce de gros de composants et de systèmes complets, dans la réalisation d'installations solaires intégrées aux bâtiments ainsi que dans le développement et la commercialisation de projets photovoltaïques sur les surfaces libres et les toits en Allemagne et dans d'autres pays.

(ES) La empresa abakus solar AG es un proveedor activo internacionalmente y líder en soluciones integrales para la energía fotovoltaica con una amplia competencia tecnológica, desde pequeñas plantas hasta parques solares de varios megavatios. La sede de la empresa se halla en Gelsenkirchen; tiene otras oficinas en Colonia, Múnich y Berlín. En la actualidad, abakus solar cuenta con alrededor de 85 empleados fijos en Alemania. Esta empresa tiene delegaciones y participaciones en Italia, Grecia, EE. UU. y la India.

Las principales áreas de negocio de esta empresa constituida en 1995 son la planificación y la construcción llave en mano de plantas fotovoltaicas, la venta al por mayor de componentes y sistemas fotovoltaicos integrales, la construcción de plantas solares integradas en edificios y el desarrollo y comercialización de proyectos fotovoltaicos en espacios abiertos y tejados, tanto a nivel nacional como en el extranjero.

Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE



address Heidenhofstr. 2 • 79110 Freiburg, Germany
contact Dr.-Ing. Matthias Vetter
phone +49 (0) 761-45 88-5600
profile PV modules, inverters, solar thermal power plants, storage technologies

e-mail matthias.vetter@ise.fraunhofer.de
web www.ise.fraunhofer.de
fax +49 (0) 761-45 88-9217



PV Minigrid System in Lao PDR.



Workshop in Battambang (Cambodia).

Integrating renewable energies in electrification concepts for rural regions

(EN) The Fraunhofer ISE offers a wide range of technical and socioeconomic services associated with the supply of decentralised electricity (both off-grid and grid-connected) to rural regions and periurban areas. The goal is to achieve a sustainable energy supply which promotes local economic development and includes integrated infrastructure measures.

In addition to energy supply concepts, our combination of experience, innovative thinking and expert knowledge enables us to offer the development of operator models as well as to identify statutory, environmental and financing obstacles. Our activities include test laboratories, measurement and test facilities, energy and system concepts plus energy and demand side management, e.g. technology development for solar thermal/PV water treatment.

(FR) L’Institut Fraunhofer pour les systèmes énergétiques solaires propose une large gamme de services techniques et socio-économiques dans le domaine de l’énergie décentralisée (à la fois indépendante du réseau et raccordée au réseau) pour les zones rurales et suburbaines. L’objectif est de parvenir à un approvisionnement durable en électricité, ce qui favorise le développement économique local et comprend des mesures pour intégrer l’infrastructure.

En plus des concepts d’approvisionnement en énergie, nous pouvons proposer le développement de modèles d’exploitation et identifier les obstacles juridiques, envi-

ronnementaux et financiers grâce à la combinaison de notre expérience, notre pensée innovatrice et notre expertise. Nos domaines de services comprennent des laboratoires d’essai, des installations de mesure et d’essai, des concepts énergétiques et de système ainsi que la gestion de la demande et de l’énergie tels que le développement de technologies pour le traitement de l’eau solaire thermique / photovoltaïque.

(ES) El Instituto Fraunhofer para Sistemas de Energía Solar ofrece un amplio abanico de servicios técnicos y socioeconómicos en el sector del suministro energético descentralizado para zonas rurales y del extrarradio de las ciudades (tanto independientes de la red como conectadas). El objetivo es alcanzar un suministro sostenible que fomente el desarrollo económico del lugar e incluya medidas para la integración de la infraestructura.

Junto con los conceptos de suministro energético, gracias a la combinación de experiencia, pensamiento innovador y competencia técnica, podemos ofrecer el desarrollo de modelos de explotación, así como identificar obstáculos legales, ecológicos y financieros. Nuestras áreas de servicio técnico incluyen laboratorios de pruebas, equipos de medición y de pruebas, conceptos energéticos y de sistemas, así como el control de la energía y la demanda, por ejemplo, el desarrollo tecnológico para el tratamiento termosolar / fotovoltaico del agua.

cebeEnergy GmbH

address Business park Windmuehle
66780 Rehlingen-Siersburg, Germany
contact Ms Katja Hammes
phone +49 (0) 6835 - 608 208-0
profile manufacturer, project engineer, service & maintenance | PV modules, wind turbines, hybrid systems, storage technologies

e-mail customerservice@cebe-energy.com
web www.cebe-energy.com
fax +49 (0) 6835 - 608 208-1



Renewable energy hybrid systems for harsh climate environments.

We power your challenges. Continuously. Reliably. No matter where.

(EN) cebeEnergy Germany is a manufacturer of hybrid power systems offering flexible energy supply solutions for telecom business and communication networks. cebeEnergy's understanding of these dynamically growing industries and their service requirements is reflected in a product range that keeps our customers in the lead in the field of sustainable, reliable and silent power supply.

Our hyFlex® product range is designed for off-grid and low-grid applications in harsh climate environments, combinable in various PV, wind and fuel cell power configurations, ready to connect existing conventional power sources to the hybrid circuit. Modular plug-and-play system layouts manufactured to German industrial quality are CE-certified and fulfil all health and safety requirements.

(FR) cebeEnergy Allemagne est un fabricant de systèmes électriques hybrides qui propose des solutions d'alimentation en énergie flexibles destinées aux sociétés de télécommunications et réseaux de communication. Comme la société cebeEnergy maîtrise parfaitement ces secteurs en plein essor et leurs exigences en matière de services, elle est en mesure de proposer une gamme de produits permettant à ses clients de faire la course en tête dans le domaine des alimentations électriques durables, fiables et silencieuses.

Notre gamme de produits hyFlex® est destinée aux applications hors réseau et basse tension en environnements

climatiques rigoureux. Ils peuvent être combinés en diverses configurations photovoltaïques, éoliennes et à piles à combustible, et permettent de raccorder directement les sources d'alimentation conventionnelles au circuit hybride. Bénéficiant de la qualité de fabrication allemande, ces configurations de systèmes plug-and-play modulaires sont certifiées CE et remplissent toutes les exigences en matière de santé et de sécurité.

(ES) cebeEnergy Germany es un fabricante de sistemas energéticos híbridos que ofrece soluciones flexibles de suministro de energía para negocios de telecomunicaciones y redes de comunicación. cebeEnergy sabe que es un sector que crece de forma dinámica, comprende sus requisitos de mantenimiento y lo refleja en una gama de productos que permite a nuestros clientes mantenerse a la cabeza del mercado del suministro de energía sostenible, fiable y silenciosa.

La gama de productos hyFlex® está diseñada para aplicaciones sin y con poca conexión en entornos climáticos rigurosos, es combinable con varias configuraciones FV, eólicas y de pilas de combustible, lista para conectar fuentes de energía convencionales al circuito híbrido. El diseño modular «enchufar y usar», fabricado con calidad industrial alemana, dispone de certificado CE y cumple todos los requisitos sanitarios y de seguridad.

hyFlex® green power systems



hyFlex battery system B 1200 with DC Air condition for DBS.



hyFlex solar battery system SB 660.

Renewable energy hybrid solutions

(EN) Our hyFlex® product range offers energy-efficient telecom power systems designed for off-grid and low-grid applications in harsh climate environments, combinable in various PV, wind and fuel cell power configurations, ready to connect existing conventional power sources to the hybrid circuit.

The modular plug-and-play system layout, manufactured to German industrial quality, is synonymous with

- Increasing business efficiency
- Decreasing time-to-market
- Reducing operational expenses (OPEX)
- Reducing BTS roll-out costs and time
- Reducing carbon footprint

hyFlex® products have passed CE certification and fulfil all health and safety requirements.

(FR) Notre gamme de produits hyFlex® propose des systèmes d'alimentation télécom basse consommation, destinés aux applications hors réseau et basse tension en environnements climatiques rigoureux. Ils peuvent être combinés en diverses configurations photovoltaïques, éoliennes et à piles à combustible, et permettent de raccorder directement les sources d'alimentation conventionnelles au circuit hybride.

Bénéficiant de la qualité de fabrication allemande, ces configurations de systèmes plug-and-play modulaires riment avec:

- Amélioration de l'efficience d'une entreprise
- Réduction du délai de mise sur le marché
- Réduction des coûts d'exploitation (OPEX)
- Réduction des coûts et du temps de déploiement BTS
- Réduction de l'empreinte carbone

Les produits hyFlex® ont obtenu la certification CE et remplissent toutes les exigences de santé et de sécurité.

(ES) Nuestra gama de productos hyFlex® ofrece sistemas de energía de telecomunicaciones eficientes energéticamente diseñados para aplicaciones sin y con poca conexión en entornos climáticos rigurosos, es combinable con varias configuraciones FV, eólicas y de pilas de combustible, lista para conectar fuentes de energía convencionales al circuito híbrido.

El diseño de sistema modular «enchufar y usar» fabricado con la calidad industrial alemana es sinónimo de

- Incremento de la eficacia comercial
- Reducción del plazo de comercialización
- Reducción de gastos operativos
- Reducción de tiempo y coste de implantación de BTS
- Reducción del impacto ambiental

Los productos hyFlex® disponen de certificado CE y cumplen todos los requisitos sanitarios y de seguridad.



juwi Holding AG



address Energie-Allee 1 • 55286 Wörrstadt, Germany
contact Mr Christian Hinsch
phone +49 (0) 6732 - 96 57-0
profile project engineer, project developer, service & maintenance | power plants, solar off-grid systems, operations management

e-mail hinsch@juwi.de
web www.juwi.com
fax +49 (0) 6732 - 96 57-7001



Training for solar energy engineers in Rwanda.



200kW solar-hybrid plant for village electrification in Namibia.

Working together to implement renewable energies economically and reliably with passion

(EN) juwi plans and builds off-grid solar power systems throughout the world. With years of experience in projecting and implementing, juwi can adapt the systems to local conditions and establish the system on-site. We work with local partners to guarantee operations and maintenance. juwi was founded 1996 and has approx. 1,800 employees in 15 countries.

With the support of many years' experience in project planning and implementation, juwi can adapt system to local conditions. We work on-site together with local partner firms in construction and service. In addition to pure solar systems, we also offer solar hybrid and back-up systems: a combination of different energy sources (e.g. solar power, small-scale wind power or diesel generators) in order to lower investment costs and increase availability.

(FR) juwi est l'un des principaux dévelopeurs mondiaux de l'énergie solaire, éolienne et la bioénergie. La société emploie plus de 1 800 personnes dans 15 pays et a généré en 2011 des ventes annuelles d'environ un milliard d'euros. juwi conçoit et fabrique également des systèmes d'énergie solaire hors réseau dans le monde entier.

En se basant sur de nombreuses années d'expérience dans la planification de projets et la mise en œuvre, juwi est en mesure d'adapter les systèmes aux conditions locales. Localement, nous collaborons avec des entreprises par-

naires locales dans la construction et les services. Outre les simples systèmes solaires, nous vous proposons également des systèmes hybrides et de sauvegarde ; une combinaison de générateurs de différentes énergies (énergie solaire, petites éoliennes, générateurs diesel, etc.) afin de réduire les coûts d'investissement et d'accroître la disponibilité.

(ES) juwi es uno de los desarrolladores de proyectos líderes a escala mundial para energía solar, eólica y bioenergía. La empresa da trabajo a más de 1800 empleados en 15 países y, en 2011, obtuvo una facturación de alrededor de mil millones de euros. juwi también planifica y construye en todo el mundo sistemas de energía solar independientes de la red.

Gracias a una dilatada experiencia en la planificación de proyectos y en su implementación, juwi puede adaptar los sistemas a las circunstancias locales. Colaboramos in situ con empresas locales asociadas en la construcción y en el servicio técnico. Además de sistemas solares puros, ofrecemos sistemas híbridos y de reserva: una combinación de diferentes fuentes generadoras de energía (por ejemplo, energía solar, energía eólica a pequeña escala o generadores diésel) para reducir los gastos de inversión y aumentar la disponibilidad.



Intersolar Europe 2013

address Kiehnlestr. 16 • 75172 Pforzheim, Germany
contact Mr Horst Dufner
phone +49 (0)7231-58 598-0
profile exhibitions / events

e-mail info@intersolar.de
web www.intersolar.de
fax +49 (0)7231-58 598-28

The World's Largest Exhibition for the Solar Industry

(EN) Intersolar Europe has established itself as the world's largest exhibition for the solar industry. It is the annual meeting place for leading companies from the fields of photovoltaics and solar thermal technologies. In total,

1,909 exhibitors from 49 countries presented their products and services at Intersolar Europe 2012.

The exhibition focuses on professional visitors from all over the world looking to find out vital industry information from the wide variety of offers from international solar industry.

Around 66,000 visitors from 160 countries attended Intersolar Europe 2012. Intersolar Europe 2013 will take place at Messe München, Germany from June 19 – 21, 2013.

(FR) Intersolar Europe s'est affirmé comme le plus grand salon professionnel de l'industrie solaire du monde. S'y retrouvent chaque année les entreprises à la tête des secteurs du photovoltaïque et du solaire thermique. Quelque 1909 exposants, en provenance de 49 nations, y ont présenté leurs produits et services en 2012.

Le salon s'adresse aux visiteurs spécialistes du monde entier qui souhaitent s'informer sur la diversité de l'offre proposée par l'industrie solaire internationale.

Intersolar Europe 2012 a attiré environ 66 000 visiteurs en provenance de 160 pays. L'Intersolar Europe 2013 aura lieu du 19 au 21 juin 2013 à la Messe München, en Allemagne.

(ES) La Intersolar Europe se ha consolidado como la mayor feria del mundo dentro del sector de la energía solar. Se trata de la cita anual para las empresas líderes en tecnología fotovoltaica y solar térmica. Un total de 1909 expositores provenientes de 49 países presentaron sus productos y servicios en 2012.

La feria está dirigida a visitantes profesionales de todo el mundo que busquen información clave acerca de la variada oferta internacional del sector de la energía solar.

A la Intersolar Europe 2012 acudieron unos 66 000 visitantes de 160 países. La Intersolar Europe 2013 tendrá lugar en la Messe München (Alemania) del 19 al 21 de junio de 2013.



OSSBERGER GmbH + Co



address Otto-Rieder-Str. 6 – 11 • 91781 Weißenburg in Bayern, **e-mail** info@ossberger.de
Germany

contact Mr Helmut Erdmannsdörfer

phone +49 (0) 91 41 - 977-0

profile manufacturer, project engineer, service & maintenance | hydroelectric power plants, turnkey supplier

web www.ossberger.de

fax +49 (0) 91 41 - 977-20



Beside yearly change of oil and grease, regular lubrication of the roller bearings is the only maintenance.



Cyimbili (302 kW) automatic hydropower station.

... we make electricity flow even with small streams

(EN) Local energy generation is important to prevent rural exodus and consolidates the economical development of rural areas. Small hydropower stations have fulfilled this task for many decades. What is important is the turbine system. In off-grid operation, energy must be produced to meet the demand. Therefore, the hydraulic engine must be able to produce energy unrestrictedly over the entire admission.

The original OSSBERGER crossflow turbine meets this requirement. The turbine governor is equally important. It must be capable of a black start and Ossberger has developed a system that manages completely without a DC supply. These systems need no spare parts whatsoever, even after 30 years of operation. You can see an interesting film on www.ossberger.de.

(FR) La production d'électricité décentralisée est importante pour lutter contre l'exode rural. De plus, elle renforce le développement économique des zones de campagne. Les petites centrales hydroélectriques remplissent cette fonction depuis plusieurs décennies. Le système de turbines est un élément important. Dans une exploitation autarcique, il faut produire selon les besoins en énergie. Par conséquent, la machine hydraulique doit pouvoir produire pendant toute la période de charge sans réduction d'énergie.

La turbine de la marque OSSBERGER à impulsion radiale satisfait à ces exigences. La régulation des turbines est tout aussi importante. Elle doit être adaptée pour un redémarrage à froid; Ossberger a développé un système qui fonctionne totalement sans alimentation en courant continu. Ces installations ne nécessitent aucune pièce de rechange, même après 30 ans d'exploitation. Vous trouverez un film intéressant sur le site www.ossberger.de.

(ES) La producción descentralizada de energía es fundamental para evitar la emigración a las ciudades e impulsar el desarrollo económico de las zonas rurales. Las centrales hidroeléctricas pequeñas cumplen esta función desde hace décadas. Lo importante es el sistema de turbina. En funcionamiento fuera de red, la producción debe adaptarse a la demanda de energía. De ahí que la máquina hidráulica deba poder producir energía en todo el intervalo de admisión sin restricciones.

La turbina de flujo transversal original de OSSBERGER satisface este requisito. Igualmente importantes son los controles de la turbina. Deben ser adecuados para el arranque en frío, por lo que Ossberger ha desarrollado un sistema que no requiere alimentación de CC en absoluto. Estos equipos hacen totalmente innecesaria la sustitución de piezas incluso tras 30 años de servicio. En www.ossberger.de puede visualizar un vídeo interesante al respecto.

Phaesun GmbH



address Luitpoldstr. 28 • 87700 Memmingen, Germany
contact Mr Sinan Erki
phone +49 (0) 8331-990 42-18
profile project engineer, project developer, dealer | solar home systems, solar powered technology, wind turbines, off-grid systems

e-mail sinan.erki@phaesun.com
web www.phaesun.com
fax +49 (0) 8331-990 42-12



Power supply for Ethiopian schools.



PicoPV Solutions.

The Off-grid Experts

(EN) Phaesun GmbH is a distribution and service company for independent solar and wind energy systems. Phaesun is an expert in off-grid power supply to private households, public institutions, water pump systems and industrial users.

The company was established in 2001 in Memmingen, Germany and has subsidiaries in France, Panama and Eritrea as well as a worldwide network of partners.

Its portfolio of services includes two areas:

- As a wholesaler, Phaesun offers a unique product range with over 3,000 items in a product catalogue unique in the industry and in an online shop.
- As a system integrator, Phaesun supplies tailor-made solar systems including system design, component selection, dispatch and installation.

(FR) Phaesun GmbH est une société de distribution et de service pour des systèmes auto-suffisants d'énergie solaire et éolienne. Phaesun est expert en alimentation hors réseau pour les ménages, les établissements publics, les systèmes de pompage d'eau et les applications industrielles.

La société a été fondée en 2001 à Memmingen, en Allemagne, et possède des filiales en France, au Panama, en Érythrée, ainsi qu'un réseau mondial de partenaires.

Le portefeuille de services comprend deux domaines :

- En tant que grossiste, Phaesun propose une gamme unique de produits avec plus de 3 000 articles dans un catalogue et une boutique en ligne unique dans l'industrie.
- En tant qu'intégrateur de systèmes, Phaesun fournit des systèmes solaires sur mesure comprenant la conception du système, la sélection des composants, l'expédition et l'installation.

(ES) Phaesun GmbH es una empresa de distribución y servicios para sistemas solares y eólicos independientes. Phaesun es experta en el suministro aislado de la red de hogares particulares, instalaciones públicas, sistemas de bombas hidráulicas y aplicaciones industriales.

La empresa fue fundada en 2001 en Memmingen (Alemania) y posee filiales en Francia, Panamá y Eritrea, así como una red mundial de socios.

La cartera de servicios abarca dos áreas:

- Como mayorista, Phaesun ofrece un surtido de productos único con más de 3 000 artículos en un catálogo de productos que abarca todo el sector y una tienda en línea.
- Como integrador de sistemas, Phaesun ofrece instalaciones solares a medida, incluidos el diseño del sistema, la selección de los componentes, el envío y la instalación.

Phocos AG



address Magirus-Deutz-Str. 12 • 89077 Ulm, Germany
contact Mr Andreas Kettenacker
phone +49 (0) 731-93 80 688-82
profile manufacturer | solar powered charge controllers, Pico Systems, fridges / freezers, inverters, DC-components, specialized services for the off-grid market

e-mail andreas.kettenacker@phocos.com
web www.phocos.com
fax +49 (0) 731-93 80 688-50



Rural electrification



Industry



Street lighting



Leisure

Off-Grid Solutions for Increasing Solar System Efficiency

Phocos is one of the world's leading manufacturers of solar charge controllers, Pico Systems and components for autonomous power supply. Inverters and energy-saving devices, such as lamps and fridges / freezers, complete the product range. Phocos products are used in rural electrification, street lighting, traffic control (signal lamps, traffic lights), telecommunications installations, and for reliable and efficient energy supply in mobile homes and boats.

As well as its headquarters and development facilities in Germany, Phocos has production sites and distribution offices worldwide. This enables us to offer a fast and professional service, from standard products to complex individualized customer solutions – straight to the customer's door.

Phocos est l'un des principaux fabricants mondiaux de régulateurs de charge solaires, Pico Systems et de composants pour une alimentation électrique autonome. Les onduleurs et des dispositifs économiseurs d'énergie tels que des lampes, des réfrigérateurs et des congélateurs complètent la gamme de produits. Les produits Phocos sont utilisés pour un approvisionnement fiable et efficace en énergie, pour l'électrification rurale, l'éclairage des rues, le contrôle de la circulation (feux de signalisation, feux de circulation), dans les systèmes de télécommunications, ainsi que dans les camping-cars et les bateaux.

En plus de son siège social et de son développement en Allemagne, Phocos a des sites de production et des bureaux de vente à travers le monde. Grâce à cela, Phocos est en position de proposer un service rapide et professionnel, en offrant à ses clients des produits standard mais aussi des solutions complexes et personnalisées - et ceci tout près de chez lui.

Phocos es uno de los principales fabricantes mundiales de reguladores de carga solar, Pico Systems, y de componentes para proporcionar un suministro eléctrico autónomo. Inversores y equipos de ahorro energético, como lámparas y refrigeradores / congeladores, completan la gama de productos. Los productos Phocos se emplean en la electrificación de zonas rurales, en la iluminación de calles, en el control del tráfico (lámparas de señalización, semáforos), en instalaciones de telecomunicaciones, así como en autocaravanas o embarcaciones para brindar un suministro energético fiable y eficiente.

Además de la central de la empresa y el desarrollo en Alemania, Phocos cuenta con emplazamientos de producción y oficinas de distribución en todo el mundo. Esto nos permite ofrecer un servicio rápido y profesional, desde productos de serie hasta complejas soluciones individualizadas para clientes: directamente en la ubicación del cliente.

Phocos Pico System Product Profile



Multifunctional Phocos Pico System.



Cooking becomes easier in dim huts or at nighttime with the multifunctional Pico System by Phocos.



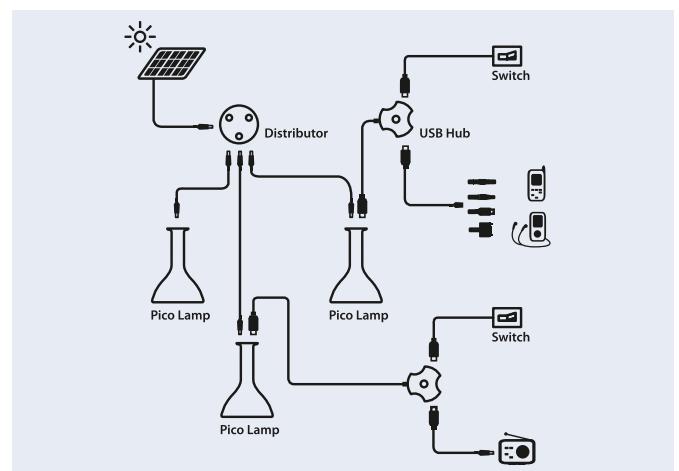
With the Phocos Pico System, children can do homework in the evening.

(EN) The multifunctional Pico System can be used as a ceiling light, a hand lamp and a USB charging point (for mobile telephones, MP3 players, etc.) – all this is available in one single device. The charging options – solar module, battery or AC adapter – are also extremely flexible. The high-performance LED gives up to 55 hours of light, while the integrated MPPT charge controller guarantees a long battery life. The robust and shock-proof casing is sealed against environmental influences such as dust, humidity, insects, etc. An additional advantage: thanks to the use of touch switches, the Pico has no moving parts, which extends its working life considerably. The system can be expanded with further Pico lamps and accessories by simple Plug & Play.

(FR) Le Système Pico multi-fonctions peut être utilisé comme une lumière au plafond, comme une lampe de poche et comme chargeur USB (pour téléphones mobiles, lecteurs MP3, etc.) - tout cela est disponible en un seul appareil. Les options de chargement par module solaire, batterie ou adaptateur CA sont extrêmement flexibles. Les LED à haute puissance fournissent jusqu'à 55 heures de lumière, tandis que le régulateur de charge MPPT intégré assure la longue durée de la batterie. Le boîtier robuste et résistant aux chocs est scellé contre les influences environnementales (telles que la poussière, l'humidité, les insectes, etc.). Un avantage supplémentaire ; grâce au contact de commutation, le Pico n'a aucune pièce mobile, ce qui prolonge considérablement la durée de vie. Grâce à la fonctionnalité Plug & Play, d'autres lampes et accessoires Pico peuvent être rajoutés.

(ES) El Sistema multifuncional Pico puede utilizarse como lámpara de techo, linterna y como estación de carga USB (para teléfonos móviles, MP3, etc.), todo ello en un único aparato. También las posibilidades de carga son extraordinariamente flexibles a través de módulos solares, baterías o adaptadores de CA. El LED de alto rendimiento proporciona hasta 55 horas de luz, al mismo tiempo, el regulador de carga integrado MPPT permite una prolongada duración de la batería. La robusta y resistente carcasa está sellada para evitar las influencias externas (como el polvo, la humedad, los insectos, etc.). Una ventaja añadida: gracias a los interruptores capacitivos, la lámpara Pico no posee ninguna parte móvil, lo que aumenta considerablemente su vida útil. Mediante su función «enchufar y usar» el sistema puede ampliarse con otras lámparas Pico y accesorios.

Light intensity	Lighting levels	Charge controller	Protection class
120 lm (LED)	3	Microcontroller-operated MPPT charge controller	IP65



Example of a Phocos Pico System.

Renewables Academy AG



address Schönhauser Allee 10 – 11 • 10119 Berlin, Germany
contact Ms Manolita Wiehl
phone +49 (0) 30 - 5268958-71
profile consultant, educational institution | training

e-mail wiehl@renac.de
web www.renac.de
fax +49 (0) 30 - 5268958-99



Set-up of a training center at a university in Costa Rica.



RENAC gives customized trainings around the world.

Energy through Education!

(EN) RENAC is an internationally operating provider of training and educational services for renewable energy and energy efficiency. We transfer know-how on various green technologies, such as solar, wind power, bio energy, hydro power, electricity grids and energy efficiency. With our offers, we support people, companies, public bodies, educational institutions and organizations at different levels – technical, political, legal and financial.

Besides our open and customized trainings, RENAC offers the full range of educational services such as capacity needs assessment, the design of training materials, train-the-trainer seminars, the setting up of turnkey training centers as well as market development and consulting. All our services are customized and we operate independently from any manufacturer.

(FR) RENAC est un fournisseur international dans le domaine de la formation en énergie renouvelable et efficacité énergétique. Nous offrons une expertise sur les technologies vertes comme l'énergie solaire, éolienne et la bioénergie, l'hydroélectricité, les réseaux d'électricité, l'efficacité énergétique. Nous aidons les individus, les entreprises, les organismes publics, les établissements d'enseignement et les organisations au niveau technique, politique, juridique et financier.

RENAC propose des formations ouvertes et personnalisées ainsi que d'amples services liés à la formation, tels que l'analyse des besoins de connaissances, la conception de matériel de formation, des séminaires pour les formateurs, la création de centres de formation clés en main ainsi que le développement des marchés et du conseil. Tous nos services sont personnalisés et nous sommes indépendants des fabricants.

(ES) RENAC es un proveedor internacional de formación continua y transmisión de conocimiento en el campo de las energías renovables y de la eficiencia energética. Ofrecemos nuestros conocimientos especializados en materia de tecnologías ecológicas, como la energía solar y eólica y la bioenergía, además de la energía hidráulica, las redes eléctricas y la eficiencia energética. De este modo, apoyamos a particulares, empresas, administraciones, centros de enseñanza y organizaciones en diferentes niveles técnicos, políticos, legales y financieros.

RENAC ofrece cursos abiertos o específicos para clientes, así como servicios integrales relativos a la formación, como, por ejemplo, análisis de demanda de conocimientos, organización de los materiales de formación, seminarios de formación para formadores, creación de centros de formación listos para usar o también servicios de desarrollo de mercado y de consultoría. Todos nuestros servicios son personalizados, y trabajamos con total autonomía.

Smart Energysystems International AG



address Ohmstr. 12 • 76229 Karlsruhe, Germany

contact Mr Martin Hauck

phone +49 (0) 721-509 994-0

profile full-line provider | solar home systems, hybrid systems, storage technologies

e-mail info@smart-energy.ag

web www.smart-energy.ag

fax +49 (0) 721-509 994-99



Stand-alone solar / wind power system in Poland.



Installation of a grid-remote PV system in Togo / Africa.

Key partner for efficient off-grid solar and hybrid power solutions

(EN) As a specialist in on-grid and off-grid power supply, we have already implemented over 1,000 projects in Asia, Africa and South and Central America.

We help our customers from planning to turnkey installation. Our joint ventures in selected countries and our online shop give us a global sales and service network.

(FR) En qualité de spécialiste de l'approvisionnement en électricité couplée au réseau et en autarcie, nous avons déjà réalisé plus de 1 000 projets en Asie, en Afrique et en Amérique centrale et en Amérique du Sud.

Nous accompagnons nos clients depuis la conception jusqu'au montage clés en main. Grâce à nos joint ventures situés dans un certain nombre de pays sélectionnés et à notre boutique en ligne, nous disposons d'un réseau mondial de distribution et de service après-vente.

(ES) Como especialistas en el suministro eléctrico aislado a la red y autónomo, hemos desarrollado más de 1 000 proyectos en Asia, África, Sudamérica y Centroamérica.

Acompañamos a nuestros clientes desde la planificación hasta el montaje llave en mano. Gracias a nuestras empresas conjuntas en determinados países y a nuestra tienda en línea, disponemos de una red internacional de distribución y servicio técnico.



Off-shore hybrid power system in the Baltic Sea.



Independent PV / CHP power system in Freiburg / Germany.



SMA Solar Technology AG

address Sonnenallee 1 • 34266 Niestetal, Germany

contact Mr Michael Wollny

phone +49 (0) 561-95 22-4122

profile manufacturer | inverters, hybrid systems, systems engineering

e-mail Michael.Wollny@SMA.de

web www.SMA-Solar.com

fax +49 (0) 561-95 22-3300



Stand-alone solar power supply from SMA: can be used anywhere in the world.

Clean Energy. Anywhere.

(EN) SMA Solar Technology AG, based in Niestetal, develops, produces and sells solar inverters and products to monitor photovoltaic systems. The product range includes inverters for both on-grid PV systems and for stand-alone systems. SMA therefore offers the technically ideal inverter solution for all sizes and types of plant worldwide. SMA employs over 5,500 staff, over 900 of whom work on developing new, innovative inverter designs and optimising existing products. Our high-quality products are geared to the customer's needs. That is why SMA has 19 sales and services companies on four continents to ensure it is always close to the customer.

(FR) SMA Solar Technology AG, société basée à Niestetal (Allemagne), développe, produit et distribue des onduleurs solaires et des produits destinés à la surveillance des installations photovoltaïques. Son éventail de produits comprend aussi bien des onduleurs pour les installations photovoltaïques couplées au réseau que pour des systèmes isolés. Ainsi, SMA propose la solution d'onduleur techniquement optimale pour chaque taille et chaque type d'installation dans le monde entier. À cet effet, plus de 5 500 collaborateurs travaillent quotidiennement chez SMA,

dont plus de 900 d'entre eux au développement de nouveaux concepts d'onduleurs innovants et à l'optimisation des produits existants. Nos produits de grande qualité sont calqués sur les besoins de la clientèle. C'est pourquoi SMA est toujours proche du client avec 19 sociétés de distribution et de service dans le monde entier, sur quatre continents.

(ES) SMA Solar Technology AG, de Niestetal, desarrolla, produce y comercializa inversores solares y productos para el control de sistemas fotovoltaicos. Su gama de productos incluye inversores tanto para sistemas FV conectados a la red como para sistemas tipo isla. De este modo, SMA ofrece en todo el mundo la solución de inversor óptima para todos los tamaños y tipos de sistemas FV. A ello se dedican diariamente los más de 5 500 empleados de SMA, de los cuales más de 900 desarrollan nuevos diseños innovadores de inversor y optimizan los productos existentes. Nuestros productos de gran calidad están directamente orientados a satisfacer las necesidades del cliente. De ahí que SMA esté siempre cerca del cliente en cuatro continentes gracias a sus 19 sociedades de distribución y servicio técnico.



SMA hybrid systems: flexible and modular for easy expansion.

(EN) Reliable power supply for 1 to 300 kilowatt stand-alone systems: the Sunny Island battery-powered inverter creates a standard AC network into which the consumer unit and power generator are easily integrated. With this AC connection and Sunny Island as a system manager, SMA provides an innovative solution for energy supply to areas remote from the grid or for an emergency power supply if the mains is unstable. Different power generators can be connected depending on regional availability: solar generators, small wind power plants, water turbines as well as diesel generators as a back-up. SMA stand-alone systems are easy to install, are modular so they can be expanded as energy needs increase, and are available all over the world.

(FR) Un approvisionnement électrique stable pour les systèmes isolés de 1 à 300 kilowatts; l'onduleur à batterie Sunny Island constitue un réseau de tension alternative standard dans lequel les utilisateurs d'électricité et les producteurs d'énergie s'intègrent sans problèmes. Avec ce couplage au courant alternatif et le Sunny Island en tant que gestionnaire du système, SMA fournit une solution innovante pour l'approvisionnement en énergie des zones éloignées du réseau ou pour l'approvisionnement de secours en cas de réseaux instables. En fonction de la disponibilité régionale, différents producteurs d'énergie peuvent être couplés au système; des générateurs photovoltaïques, de petites installations éoliennes, des turbines hydrauliques, mais également des groupes électrogènes au diesel en tant que système de renfort. Les systèmes isolés SMA sont faciles à installer, modulables en cas d'augmentation des besoins énergétiques et disponibles dans le monde entier.

(ES) Alimentación segura para sistemas tipo isla de 1 a 300 kilovatios: el inversor a batería Sunny Island crea una red de tensión alterna estándar en la que se pueden integrar sin problemas la parte consumidora y la parte suministradora de energía. Con este acoplamiento de CA y el inversor Sunny Island como gestor del sistema, SMA suministra una solución innovadora para el abastecimiento energético en zonas alejadas de la red o bien para el suministro eléctrico de emergencia en redes inestables. En función de la disponibilidad regional, pueden acoplarse distintos generadores de energía: generadores solares, pequeñas instalaciones eólicas, turbinas hidráulicas o incluso grupos diésel a modo de respaldo. Los sistemas tipo isla de SMA son fáciles de instalar; en caso de incremento de la demanda, pueden ampliarse con nuevos módulos y están disponibles en todo el mundo.



Sunny Island: reliable, autonomous power supply.

(EN) Business Directory

(FR) Annuaire professionnel

(ES) Índice comercial



iStockphoto.com/kingjon

abakus solar AG

Mr Frank Polhaus | Leithestr. 39, 45886 Gelsenkirchen, Germany
 phone: +49(0)209 - 730 80 10 fax: +49(0)209 - 73 08 01 99
info@abakus-solar.de www.abakus-solar.de

AkoTec Produktionsgesellschaft mbH

Ms Katrin Müller | Grundmühlenweg 3, 16278 Angermünde, Germany
 phone: +49(0)3331 - 29 66 88 katrin.mueller@akotec.eu
www.akotec.eu

Ammonit Measurement GmbH

Mr Vincent Camier | Wrangelstr. 100, 10997 Berlin, Germany
 phone: +49(0)30 - 600 31 88-0 fax: +49(0)30 - 600 31 88-10
info@ammonit.com www.ammonit.com

ANTARIS SOLAR GmbH & Co. KG

Mr Andreas Runkel | Am Heerbach 5, 63857 Waldaschaff, Germany
 phone: +49(0)6095 - 950-334 fax: +49(0)6095 - 950-521
pr@antaris-solar.com www.antaris-solar.com

AUTARCON GmbH

Mr Philipp Otter | Franz-Ulrich-Str. 18 f, 34117 Kassel, Germany
 phone: +49(0)561 - 506 18 68 92 fax: +49(0)561 - 506 18 68 99
otter@autarcon.com www.autarcon.com

AVANCTECH Renewable Energy Systems

Ms Elisabeth Frey | Müggenbergstr. 10a, 26676 Barßel Harkebrügge, Germany
 phone: +49(0)4497 - 926 84 08 fax: +49(0)4497 - 926 84 11
service@avanctech.com www.avanctech.com
 Ms Elisabeth Frey | Käthe-Kruse-Str. 15, 26160 Bad Zwischenahn, Germany
 phone: +49(0)4403 - 983 88 63 fax: +49(0)4403 - 983 88 69
service@avanctech.com www.avanctech.com

bau.werk – Energie bewusst gestalten

Mr Gerrit Horn | Auf den Gärten 26, 67659 Kaiserslautern, Germany
 phone: +49(0)6301 - 798 47-0 fax: 49(0)6301 - 798 47-20
info@bauwerk-energie.de www.bauwerk-energie.de

BELECTRIC Solarkraftwerke GmbH

Wadenrunner Str. 10, 97509 Kolitzheim, Germany
 phone: +49(0)9385 - 98 04-0 info@belectric.com
www.belectric.com

Bosch KWK Systeme GmbH	Ms Bettina Petri Justus-Kilian-Str. 29–33, 35457 Lollar, Germany phone: +49(0)6406 - 9103-0 bettina.petri@de.bosch.com www.bosch-kwk.de
cebeEnergy GmbH	Ms Katja Hammes Business park Windmuehle, 66780 Rehlingen - Siersburg, Germany phone: +49(0)6835 - 608208-0 c.bauer@cebe-energy.com www.cebe-energy.com
CENTROSOLAR Group AG	Mr Ralf Klein Walter-Gropius-Str. 15, 80807 München, Germany phone: +49(0)89 - 20180-0 fax: +49(0)89 - 20180-555 info@centrosolar.com www.centrosolar-group.com
DCH Energy GmbH	Mr Thomas Stein In der Wehbach 17, 57234 Siegen, Germany phone: +49(0)271 - 3847088 fax: +49(0)271 - 3847033 info@dch-group.de www.dch-group.de
elgris UG	Mr Elwin Veenendaal Krantzstr. 7, 52070 Aachen, Germany phone: +49(0)241 - 51855190 info@elgrispower.com www.elgrispower.com
Energiebau Solarstromsysteme GmbH	Heinrich-Rohrmann-Str. 17, 50829 Köln, Germany phone: +49(0)221 - 98966-0 fax: +49(0)221 - 98966-291 info@energiebau.de www.energiebau.de
ENERLOG GmbH	Ms Julia Kallenberg Steinfurter Str. 5, 06766 Wolfen, Germany phone: +49(0)1803 - 900033-2 fax: +49(0)1803 - 900033-9 julia.kallenberg@enerlog.de www.enerlog.de
eva technology GmbH & Co. KG	Mr Jörg Waschke Fraunhoferstr. 1a, 25524 Itzehoe, Germany phone: +49(0)4821 - 403009-0 info@evatechnology.de www.evatechnology.de
ExTox Gasmess-Systeme GmbH	Mr Christian Baer Max-Planck-Str. 15a, 59423 Unna, Germany phone: +49(0)2303 - 33247-19 fax: +49(0)2303 - 33247-10 christian.baer@extox.de www.ExTox.de
FARMATIC Anlagenbau GmbH	Mr Dietrich Borst Kolberger Str. 13, 24589 Nortorf, Germany phone: +49(0)30 - 54779858 borst@farmatic.com www.farmatic.com
Fichtner GmbH & Co. KG	Mr Christian Wilckens Sarweystr. 3, 70191 Stuttgart, Germany phone: +49(0)711 - 8995-0 fax: +49(0)711 - 8995-459 info@fichtner.de www.fichtner.de
Fraunhofer-Institut for Solar Energy Systems ISE	Dr.-Ing. Matthias Vetter Heidenhofstr. 2, 79110 Freiburg, Germany phone: +49(0)761 - 4588-5600 fax: +49(0)761 - 4588-9217 matthias.vetter@ise.fraunhofer.de www.ise.fraunhofer.de
Hautec GmbH	Mr Thomas Niemann An der Molkerei 9, 47551 Bedburg-Hau, Germany phone: +49(0)2821 - 76123 info@hautec.net www.hautec.eu

HEINZ-DIETER JÄCKEL GmbH	Mr Heinz-Dieter Jäckel Postfach 42 40 33, 12082 Berlin, Germany phone: +49 (0)172 - 309 92 24 fax: +49 (0)30 - 85 72 91 43 jaeckel-engineering-berlin@arcor.de www.reegas.de
Industrial Solar GmbH	Mr Tobias Schwind Emmy-Noether-Str. 2, 79110 Freiburg i. Brsg, Germany phone: +49 (0)761 - 76 7111-0 fax: +49 (0)761 - 47 6111-99 info@industrial-solar.de www.industrial-solar.de
Intersolar Europe 2013	Mr Horst Dufner Kiehnlestr. 16, 75172 Pforzheim, Germany phone: +49 (0)7231 - 585 98-0 fax: +49 (0)7231 - 585 98-28 info@intersolar.de www.intersolar.de
juwi Holding AG	Mr Christian Hinsch Energie-Allee 1, 55286 Wörrstadt, Germany phone: +49 (0)6732 - 96 57-0 hinsch@juwi.de www.juwi.com
Lahmeyer International GmbH	Mr Andreas Wiese Friedberger Str. 173, 61118 Bad Vilbel, Germany phone: +49 (0)6101 - 55-0 info@lahmeyer.de www.lahmeyer.de
MANAGESS Energy GmbH	Mr Gerold von Stumberg Alfred-Hess-Str. 23, 99094 Erfurt, Germany phone: +49 (0)361 - 65 36 33-0 fax: +49 (0)361 - 65 36 33-22 info@managess-energy.com www.managess-energy.com
OBAG BioEnergy Anlagenbau GmbH	Ms Sandra Göttling Paulistr. 1, 02625 Bautzen, Germany phone: +49 (0)3591 - 48 35-10 fax: +49 (0)3591 - 48 35-09 goettling@obag-bioenergy.de www.obag-bioenergy.de
OSSBERGER GmbH + Co	Mr Helmut Erdmannsdörfer Otto-Rieder-Str. 6-11, 91781 Weissenburg in Bayern, Germany phone: +49 (0)9141 - 977-0 fax: +49 (0)9141 - 977-20 info@ossberger.de www.ossberger.de
Phaesun GmbH	Mr Sinan Erki Luitpoldstr. 28, 87700 Memmingen, Germany phone: +49 (0)8331 - 990 42-18 fax: +49 (0)8331 - 990 42-12 sinan.erki@phaesun.com www.phaesun.com 145, rue de la Marbrerie, 34740 Vendargues, France phone: +33 (0)467 - 04 38 40 fax: +33 (0)467 - 41 09 79 info@phaesun.fr www.phaesun.com
Phocos AG	Mr Andreas Kettenacker Magirus-Deutz-Str. 12, 89077 Ulm, Germany phone: +49 (0)731 - 938 06 88-82 fax: +49 (0)731 - 938 06 88-50 andreas.kettenacker@phocos.com www.phocos.com
PSE AG	Mr Rafael Wiese Emmy-Noether-Str. 2, 79110 Freiburg, Germany phone: +49 (0)761 - 479 14-0 fax: +49 (0)761 - 479 14-44 info@pse.de www.pse.de
PV-Projects Agency – Sustainable Project Development - Global Marketing of Photovoltaics	Mr Matthias Raab Fontanestr. 32, 12049 Berlin, Germany phone: +49 (0)162 - 800 20 10 fax: +49 (0)163 - 99 29 37-332 raab@pv-pa.com www.pv-pa.com

Renewables Academy AG	Ms Manolita Wiehl Schönhauser Allee 10–11, 10119 Berlin, Germany phone: +49(0)30 - 526 89 58-71 fax: +49(0)30 - 526 89 58-99 wiehl@renac.de www.renac.de
RUF Maschinenbau GmbH & Co. KG	Hausener Str. 101, 86874 Zaisertshofen Germany phone: +49(0)8268 - 90 90-20 fax: +49(0)8268 - 90 90-90 info@brikettieren.de www.brikettieren.de
SCHNELL Motoren AG	Hugo-Schrott-Str. 6, 88279 Amtzell, Germany phone: +49(0)7520 - 96 61-0 fax: +49(0)7520 - 53 88 info@schnellmotor.de www.schnellmotor.de
SCHOTT Solar AG	Hattenbergstr. 10, 55122 Mainz, Germany phone: +49(0)6131 - 66 14-099 fax: +49(0)6131 - 66 14-105 solar.sales@schottsol.com www.schottsol.com
SMA Solar Technology AG	Mr Michael Wollny Sonnenallee 1, 34266 Niestetal, Germany phone: +49(0)561 - 95 22-4122 fax: +49(0)561 - 95 22-3300 Michael.Wollny@SMA.de www.SMA.de
Smart Energysystems International AG	Mr Hauck Ohmstr. 12, 76229 Karlsruhe, Germany phone: +49(0)721 - 50 99 94-0 fax: +49(0)721 - 50 99 94-99 martin.hauck@smart-energy.ag www.smart-energy.ag
Solarschmiede GmbH	Ms Anja Wunderlich Schwanthalerstr. 75a, 80336 München, Germany phone: +49(0)89 - 990 13 84-0 info@solarschmiede.com www.solarschmiede.com
SolarSpring GmbH	Mr Marcel Wieghaus Hanferstr. 28, 79108 Freiburg, Germany phone: +49(0)761 - 61 05 08-2 fax: +49(0)761 - 61 05 08-50 marcel.wieghaus@solarspring.de www.solarspring.de
Solea Capital GmbH	Steffen Florian Kammerer Ottobrunner Str. 39, 82008 Unterhaching, Germany phone: +49(0)89 91 92 90 170 fax: +49(0)89 91 92 90 179 info@solea-cap.com www.solea-ag.com
STI Solar-Technologie-International GmbH	Mr Falko Flaemig Seiferitzer Allee 14, 08393 Meerane, Germany phone: +49(0)3764 - 795 61-15 fax: +49(0)3764 - 795 61-15 info@sti-solar.de www.sti-solar.de
Wagner & Co Solartechnik GmbH	Mr Peter Hoenen Zimmermannstr. 12, 35091 Cölbe, Germany phone: +49(0)6421 - 80 07-0 fax: +49(0)6421 - 80 07-22 info@wagner-solar.com www.wagner-solar.com
Wolf GmbH	Industriestr. 1, 84048 Mainburg, Germany phone: +49(0)8751 - 74-0 info@wolf-heiztechnik.de www.wolf-heiztechnik.de
Yandalux GmbH	Schellerdamm 4, 21079 Hamburg, Germany phone: +49(0)40 - 253 09 89-0 fax: +49(0)40 - 253 09 89-17 info@yandalux.com www.yandalux.com

(EN) Index

(FR) Lexique

(ES) Índice de palabras claves

(EN) A

absorber 14
air collectors 14
air conditioning 51
air filter 39
air humidity sensor 16
air-water-heat exchanger 14
alternating current (AC) 11
Alternative Energy Promotion Center 18
ambient temperatures 37
amorphous modules 51
anemometer 16

B

back-up systems 3, 62
barometer 16
basic load 10
batteries 10, 11, 37, 38, 47
battery, generator and load management 37
battery inverter 37
bioenergy 17
buffer storage volume 51
building A/C 4

C

capital net yields 12
carbon dioxide certificates 18
certification 16
Certified Emission Reduction (CER) 45
charge regulator 10, 38
circulating pump 39
Clean Development Mechanism (CDM) 45
cogeneration plant 17, 19, 39
collector 13, 14, 39
combined heat and power, CHP 17, 69
consumer tariffs 45
cooling systems 14

D

dena Solar Roofs Programme for
Foreign Market Development 51
Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) 51
Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH 52
direct current (DC) 10
Dish-Stirling systems 13
disinfectant and active carbon filter 51
drinking water 10, 13

E

efficiency 14, 37, 38, 43
electrification rates 3, 5
emissions-reduction targets 45
energy
 container 19
 content 17
 imports 14
 meter 38
 output 16
 plants 3

poverty 2

requirements analysis 45
reservoir 13
services 2, 46
evacuated tube collectors 14

F

Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) 17
fee-for-service model 46
fermentation 17
fermentation residue 17
financing 45
fixing technology 39
flat-plate collectors 14
foundation 39, 51, 53
fuels 2, 17, 18, 38
funding 17, 18, 45

G

generation costs 13
grid expansion 45

H

heat transport 39
hybrid systems 13, 19
hydropower 4, 14

I

installation costs 14
insurance policies 45
Intelligent System Controller 51
inverter 10, 37, 51
investment decision 38
island systems 10, 13

K

KfW climate protection fund 18
KfW development bank 17
Kyoto Protocol 45

L

lead-acid batteries 37
liquid biofuels 18
load characteristics 43
low-energy and passive buildings 44

M

maintenance 10, 45, 62
mechanical heavy brake 39
micro-financing institutes 45
module costs 12
monitoring/control 37

N

natural gas 13, 17
nominal output 16

O

oil content 18
operating costs 38
overload capacity 37

- P
 parabolic reflector 13, 14
 peripheral, networking and integration technologies 37
 photovoltaics 10
 PicoPV systems (PPS) 11
 pipe system 17
 power container 19
 pre-payment systems 10
 pressure equalisation container 39
 process heat 13, 17
 product guarantees 45
 project development 52
 pumps 10
- R
 reflector systems 13
 Renewable Energy Project Development Programme (PDP) 52
 reserve capacity 51
 reverse osmosis 10
 risks 14
 Rural Energy Service Company (RESCO) 45
- S
 safety mounting 39
 sea water desalination 10, 13
 semiconductor 10
 shut-off valve 39
 silicon 10
 simulation software 38
 site analysis 15
 soil erosion 18
 solar
 cells 10
 collectors 13
 control 39, 66
 cooker 14
 module 10, 37
 regulator 38
 reservoir 13
 station 39
 solar cooling 10, 51
 Solar Energy Foundation 51, 53
 solar home systems 10, 45
 Solar Residential Systems 11
 solar thermal energy 13, 39
 solar thermal power plants (CSP) 13
 solar water pumps 10
 statutory framework 4, 45
 steam turbines 13
 supporting heating 10
 system
 alignment 45
 design 14, 19, 38, 43, 45, 61, 65
 size 11, 12, 37, 38, 45
- T
 thermosiphon system 13
 training 45, 46, 62, 68
 turbine generator 15
- V
 vegetable oil 18
 voltage fluctuations 37
- W
 waste 17
 wind energy 16
- Y
 yield optimisation 38
-  A
 absorbeur 23
 accumulateurs d'énergie 39
 Alternative Energy Promotion Center (AEPC) 18, 27
 analyse des besoins énergétiques 46
 anémomètre 25
 armature de sécurité 40
 assurances 47
- B
 banque de développement allemande KfW 27
 baromètre 25
 batteries 21, 28, 39
 biocombustibles liquides 28
 bioénergie 7, 26, 62, 68
- C
 capacité de réserve 53
 capacité de surcharge 39
 capitaux propres 47
 capteur 22, 40, 53
 capteurs solaires 23, 53
 capteurs solaires à air 23
 capteurs solaires à tube sous vide 23
 carburants 7, 28, 40
 cellules solaires 21
 centrales de cogénération 27
 centrales de production combinée de chaleur et d'électricité 27
 centrales solaires thermiques (CST) 22
 certification 25
 certificats de dioxyde de carbone 27
 chaleur industrielle 26
 changement climatique 52
 charge de base 21
 chauffage d'appoint 20
 climatisation 20, 23, 44, 53
 commande solaire 40
 compteur énergétique 40
 conditions-cadres politiques et économiques 7, 47
 contrôleur de charge 21, 40
 contrôleur solaire 40
 courant alternatif (CA) 21
 courant continu (CC) 21
- D
 déchets (organiques) 27
 désaérateur 40
 désalinisation de l'eau de mer 23
 Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) 53

- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH 53
développement de projet 53
dimensionnement de l'installation 39
distribution 24, 54, 65, 66, 69, 70
- E**
eau potable 20, 23
échangeurs thermiques à air et à eau 23
élargir le réseau 47
énergie éolienne 7, 25, 46
énergie hydraulique 7, 24, 25, 46
énergie photovoltaïque 21, 53
érosion des sols 28
étude d'implantation 25
- F**
fermentation 27
filtre de désinfection et de charbon actif 53
financement 27, 47
fonds pour la protection du climat KfW 27
formation 6, 47, 68
fraccumulateur d'eau chaude 40
frais d'exploitation 7, 23, 40
frais d'installation 23
freins à commande par gravité 40
- G**
garanties de produit 47
gaz naturel 22, 27
gestion de batterie, de générateur et de charge 39
- H**
huile végétale 28
- I**
importations d'énergie 6, 24
indicateur d'humidité 25
installations Dish-Stirling 22
instituts de microfinancement 47
Intelligent System Controller 53
- L**
limite supérieure de capacité 24
logiciel de simulation 40
- M**
maintenance 21, 47
maisons passives et basse énergie 44
Mécanisme de développement propre (MDP) 47
mesures de compensation 25
Ministère allemand de la Coopération économique et du Développement 27
miroir parabolique 23
modèle dit «fee-for-service» 47
modules
 amorphes 53
 module solaire 21, 25, 67
moteur Stirling 22
- O**
objectifs de réduction d'émission 47
onduleur 21, 23, 39, 53, 66, 70
onduleur à batterie 39, 71
optimisation du rendement 40
organisations non gouvernementales 26
osmose inverse 21
- P**
pauvreté énergétique 6
pompe de circulation 40
pompes 21
pompes à eau solaires 21
pot moyenneur 40
power container 28
prix de revient 7, 22, 24
Programme de développement de projets (PDP) sur l'énergie renouvelable 53
Programme dena de toits solaires pour le développement du marché à l'étranger 53
propriétés de charge 44
protocole de Kyoto 47
puissance énergétique 40
puissance nominale 25
- R**
réchaud solaire 23
refroidissement solaire 53
rendement 22, 23, 25, 39, 40, 46, 53
rendements de capitaux 22
rentabilité 22, 25
résidu de fermentation 27
risques 7, 24, 40
Rural Energy Service Company (RESCO) 47
- S**
semi-conducteur 21
silicium 21
solaire à l'accumulateur 40
Solar Energy Foundation 53
Solar Home Systems 21
Solar Residential Systems (SRS) 21
station solaire 40
subventions 26, 47
surveiller et contrôler 39
système de conduite 27
systèmes de back-up 7
systèmes de miroir 22
systèmes de refroidissement 23
systèmes de thermosiphon 13
systèmes dits de prépaiement 21
systèmes hybrides 23, 28
systèmes pico photovoltaïques 21
- T**
taux d'électrification 7
technologies de fixation 40
technologies de périphérie, d'interconnexion et d'intégration 37
teneur en énergie 26

- teneur en huile 35
 thermie solaire 23
 transport de la chaleur 40
 turbines à vapeur 22
- U**
 unités de réduction certifiée des émissions (URCE) 47
- V**
 vanne d'arrêt 40
 variations de tension 39
 volume du réservoir d'accumulation 53
- (ES) A**
- aceite vegetal 33, 35
 acumulador de agua caliente 42
 acumuladores de plomo 41
 agua potable 8, 29, 31
 alimentación 8, 9, 64, 71
 ampliación de la red 49
 análisis del emplazamiento 32
 anemómetro 33
 asientos 42
- B**
 banco de desarrollo alemán del Instituto de Crédito para la Reconstrucción (KfW) 34
 barómetro 33
 baterías 29, 40, 41, 67
 biocombustibles líquidos 35
 bioenergía 33, 62, 68
 bomba de circulación 42
 bombas 29, 42, 55, 65
- C**
 calor de proceso 31, 34
 cambio climático 35, 55
 capacidad de reserva 55
 capacidad de sobrecarga 41
 capital propio 49
 características de carga 44
 centrales termosolares (CSP) 31
 Centro de Promoción de Energía Alternativa (AEPC) 34
 certificados de dióxido de carbono 35
 climatización 31, 55
 climatización de edificios 44
 colector 31, 32, 42, 55
 colectores de aire 31
 colectores de tubo de vacío 31
 colectores solares planos 31
 combustibles 8, 30, 32, 33, 35, 42
 condiciones marco legales 49
 conjunto de seguridad 42
 contenedores de energía 36
 contenido en aceite 35
 controlador de sistema inteligente 55
 corriente alterna (CA) 30
 corriente continua (CC) 29
- D**
 decisión de inversión 42, 49
 depósito de compensación 42
 desalinización 29, 31
 desarrollo del proyecto 49
 Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) 55
 Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH 56
 dispositivos de absorción 31
- E**
 Empresas de servicios energéticos rurales (RESCO) 50
 energía
 acumuladores 41, 55
 análisis de la demanda 49
 contadores 42
 contenedores 36
 contenido 33
 pobreza 8
 rendimiento 33, 42, 55
 servicios 8, 46
 energía eólica 9, 32, 36, 49, 62
 energía fotovoltaica 9, 29, 32, 36, 41, 55, 58
 energía hidroeléctrica 32
 energía solar térmica 31, 55
 erosión del suelo 35
 espejo parabólico 31
- F**
 fermentación 34
 filtro de carbón activado o desinfectante 55
 financiación 34, 49
 fluctuación de tensión 41
 fomento 34, 49
 fondo para la prevención del cambio climático del KfW 35
 formación 49, 56, 68
 freno de gravedad 42
 fundación de Energía Solar 55
- G**
 garantías de producto 50
 gas natural 34
 gastos de explotación 31, 42
 gastos de instalación 31
 gastos de los paneles 30
 gastos de producción 9, 31, 49
 generador de turbinas 32
 gestión de la carga, el generador y la batería 41
- H**
 higrómetro 33

- I
instalaciones
dimensionamiento 41
diseño 42, 49
orientación 49
instalaciones aisladas de la red 28, 29, 31, 33, 42
instalaciones de disco Stirling 31
institutos de microfinanciación 49
intercambiador de calor de agua-aire 31
inversor 29, 40, 55, 66, 71
inversores de baterías 40
- L
límite superior de capacidad 32
- M
mantenimiento 9, 29, 49, 50, 60
mecanismo de desarrollo limpio 49
Ministerio para la Cooperación Económica y el Desarrollo alemán 34
modelo de «honorarios por servicio prestado» 50
motor Stirling 31
- O
objetivos de reducción de emisiones 50
optimización de los resultados 42
organizaciones no gubernamental 34
ósmosis de inversión 29
- P
paneles amorfos 55
plantas de cogeneración 34, 42
potencia nominal 33
producción combinada de calor y electricidad (PCCE) 34
Programa de techos solares de dena para la apertura de mercados extranjeros 55
programa informático de simulación 42
Programa para el desarrollo de proyectos de energías renovables (PDP) 56
protocolo de Kioto 49
- R
reducciones de emisiones certificadas 50
refrigeración solar 29, 55
regulador de carga 29, 67
rendimiento 29, 30, 40, 44, 49, 67
rentabilidad 30, 33
residuo de fermentación 34
residuos orgánicos 34
riesgos 9, 32
- S
seguros 50
semiconductor 10, 29
separador de aire 42
silicio 29
sistemas de espejo 31
sistemas de pico fotovoltaico (PPS) 29
sistemas de prepago 29
sistemas de refrigeración 31
sistemas de reserva 9
sistemas de termosifón 13
sistemas domésticos de energía solar 29, 49
sistemas híbridos 31, 36, 62
solar
acumulador 31
cocina 32
colector 31
control 39
estación 42
panel 33, 36
regulador 42
supervisión/control 40
- T
tarifa de consumo 50
tasas de electrificación 9
tecnologías de fijación 42
tecnologías de integración, interconexión y periféricas 37
temperaturas ambiente 41
transporte térmico 42
turbinas de vapor 31, 49
- V
válvula de cierre 42
venta 34, 58
viviendas pasivas o de baja energía 44

