

# Gleicher Strom für alle

In den meisten Fernleitungen fließt Wechselstrom. Mit Gleichstrom könnte die Versorgung sicherer werden

VON LUCIAN HAAS

Ein besonderes Stromkabel hat die Bürger von Tasmanien in den vergangenen Monaten vor großen Entbehrungen bewahrt. Denn nach zehn trockenen Jahren in Folge sind die Talsperren der Insel vor der Südküste Australiens weitgehend leer. Der Stromversorgung, die hauptsächlich von Wasserkraftwerken kommt, fehlt somit die Ausgangsenergie. Wäre diese Situation vor zwei Jahren eingetreten, hätte damals die regionale Elektrizitätsgesellschaft Hydro Tasmania den Strom rationieren müssen. Dank Basslink waren solche Einschränkungen in diesem Jahr unnötig.

Basslink ist die längste Seekabel-Stromleitung der Welt. Sie verbindet Tasmanien seit dem Frühjahr 2006 mit dem australischen Festland. Verlegt wurde sie 290 Kilometer quer durch die Bass-Schiffahrtsstraße – eigentlich, um den australischen Bundesstaat Victoria mit sauberem Strom aus tasmanischer Wasserkraft zu versorgen. Doch infolge der Trockenheit kehrten sich die Verhältnisse um. Derzeit sorgt Strom aus Braunkohlekraftwerken bei Melbourne dafür, dass auf Tasmanien nicht die Lichter ausgehen.

Mit einem Stromnetz auf der Basis von Wechselstrom, wie es in Europa üblich ist, wäre eine solche Nachbarschaftshilfe nicht möglich gewesen. Bei Wechselstrom steigen die Übertragungsverluste der Leitungen mit ihrer Länge stark an, weil viel Energie in Form von Wärme verloren geht. In den Hochspannungskabeln von Basslink fließt deshalb Gleichstrom – so wie weltweit in immer mehr großen Fernleitungen zum Stromtransport. An den Trassenenden wird der Strom in Konverterstationen von Gleich- in Wechselstrom umgewandelt.

## Einsatz in Boomregionen

Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) heißt die Technik, mit der zurzeit vor allem in den Boomregionen Asiens neue Langstrecken-Stromtransportleitungen errichtet werden. Erst kürzlich teilte der Siemens-Konzern mit, das Unternehmen werde in China die weltweit leistungsfähigste Stromleitung errichten. Mit einer Spannung von 800 Kilovolt soll die 1 400 Kilometer lange Gleichstromtrasse eine Übertragungsleistung von 5 000 Megawatt erreichen und so die Riesenstädte Hongkong, Shenzhen und Guanzhou mit Wasserkraftstrom aus der Provinz Yunnan versorgen. Statt sechs Prozent mit Wechselstrom, gehen auf dieser Strecke mit Gleichstrom nur vier Prozent der Energie verloren.

„Hochspannungs-Gleichstrom ist die einzige Möglichkeit, große Energiemengen über große Entfernungen wirtschaftlich zu transportieren. Eine HGÜ lohnt sich bei Freileitungen von etwa 600 Kilometern an und bei Tiefseekabeln schon bei mindestens 60 Kilometern Länge“, sagt Erwin Teltsch, HGÜ-Experte bei Siemens.

In Europa wird Gleichstrom zum Energietransport bislang nur selten eingesetzt, meist nur in Seekabeln. Beispielsweise verbindet das 262 Kilometer lange Baltic Cable quer durch die Ostsee zwischen Lübeck und Trelleborg das deutsche mit dem schwedischen Stromnetz. Über Land sind die Leitungsstrecken im kleinteiligen europäischen Stromnetz zu kurz, als dass sich die teurere HGÜ hier lohnen würde. Doch Experten rechnen damit, dass der Hochspan-

nungs-Gleichstrom künftig auch hierzulande häufiger zum Einsatz kommen könnte.

HGÜ light beziehungsweise HGÜ plus nennen die führenden Netzausstatter ABB und Siemens eine Weiterentwicklung der klassischen HGÜ-Technik. Sie soll den Gleichstrom-Ferntransport auch schon bei Entfernungen von nur 150 Kilometern wirtschaftlich machen. Der Hauptunterschied zwischen der leichten Variante und der klassischen HGÜ ist, dass in den Gleichrichter-Stationen auf beiden Enden der Leitungen Transistoren anstatt von Thyristoren zum Einsatz kommen. Beides sind elektronische Bausteine, die als Schalter dienen. Immer dann, wenn die Spannung des wellenförmigen Wechselstroms im positiven Bereich liegt, springen sie an, damit der Strom auf den Pluspol der Gleichstromleitungen fließt. Der Unterschied liegt darin, dass Transistoren jederzeit wieder abgeschaltet werden können. Thyristoren hingegen bleiben zwangsweise eingeschaltet bis der Stromfluss die Richtung ändert. Dafür haben sie den Vorteil, auch bei größerer Leistung nicht durchzubrennen. Weil sich Transistorschaltungen genauer steuern lassen, weist der Gleichstrom, den sie liefern, von Anfang an weniger Restschwankungen auf. Bei Thyristor-Gleichrichtern aber ist es notwendig, den Strom nachträglich mit riesigen Spulen und Filtern zu glätten. Das wirkt sich vor allem im Platzbedarf aus. Bei der klassischen HGÜ-Technik hat die Schaltelektronik einer Stromrichterstation die Ausmaße eines Fußballplatzes. Die Light-Version hingegen passt in einen Container und ist auch viel preisgünstiger.

Nach Auskunft von ABB-Experten macht die nötige Stromumwandlung den Bau einer Fernleitung mit HGÜ light dennoch im Schnitt noch viermal so teuer wie eine vergleichbare Wechselstrom-Hochspannungstrasse. Allerdings berücksichtigt diese Rechnung nur die Kosten der Technik. Dafür punktet HGÜ mit anderen Vorteilen: Weil beispielsweise um Gleichstromkabel keine wechselnden Magnetfelder herrschen, sind viel geringere Sicherheitsabstände etwa zu Siedlungsgebieten nötig.

„HGÜ-Kabel können im Boden

## Günstiger Langstreckentarif

**Gleichstrom fließt** mit geringeren Verlusten durch das Kabel als Wechselstrom. Das liegt zum einen daran, dass die Elektronen beim Gleichstrom durch den gesamten Leitungsquerschnitt fließen; beim Wechselstrom hingegen fließen sie nur an der Oberfläche des Kabels. Zudem baut sich bei Wechselstrom ein zusätzlicher Widerstand in der Leitung durch Magnetfelder auf.

**Verbindungen** für Gleichstrom kommen mit nur zwei statt drei Leitungen aus. Das vereinfacht den Bau und reduziert den Material- und Platzbedarf.

**Das Management** von großflächigen Stromnetzen ist bei Gleichstrom einfacher als bei Wechselstrom. Denn die Netze können bei Bedarf rasch miteinander verbunden werden, ohne dass sie zuvor in den gleichen Wechselstromtakt gebracht werden müssen.

**Der Transport** von Gleichstrom ist in der Regel teurer, weil am Anfang und am Ende aufwendige Konverterstationen betrieben werden müssen. Erst bei langen Strecken von mehr als 600 Kilometern sind die Transportkosten niedriger als bei Wechselstrom-Hochspannungsnetzen. (luh.)

spitzen und Phasenverschiebungen auftreten, die schnell das ganze Netz aus dem Takt bringen. Großflächige Stromausfälle sind die Folge. Das geschah beispielsweise im November 2006, als mehrere Millionen Menschen an Rhein und Ruhr im Dunkeln saßen, nachdem der Stromkonzern Eon wegen eines Schifftransportes eine Hochspannungsleitung abgeschaltet hatte.

HGÜ-Strecken im Stromnetz können in solchen Fällen wie eine Brandmauer gegen Feuer wirken. Durch die Umwandlung des Wechselstroms in Gleichstrom werden alle störenden Schwankungen gewissermaßen ausgeglichen. Selbst Stromnetze, die mit völlig unterschiedlichen Takten arbeiten, können auf diese Weise problemlos miteinander verbunden werden.

Schließlich könnte die HGÜ-Technik auch helfen, Europas Stromversorgung umweltfreundlicher zu machen. Würde man quer über den Kontinent von Skandinavien bis nach Nordafrika, von Irland bis Sibirien ein transnationales Netz von Hochspannungs-Gleichstromleitungen ziehen, könnten regenerative Ressourcen wie Wind- oder Sonnenenergie viel effizienter eingespeist und genutzt werden.

## Grüner Strom für ganz Europa

„Über ein solches Euro-Supergrid könnte Europa vollständig mit Strom aus regenerativen Quellen versorgt werden – zu den heute marktüblichen Strompreisen“, sagt Gregor Czisch, Experte für Energienetze an der Universität Kassel. Mit Computermodellen hat er entsprechende Szenarien durchgerechnet (siehe Grafik). Darin werden riesige Windparks in windreichen Regionen wie Marokko, Schottland oder Sibirien mit Solarkraftwerken in der Sahara sowie den bestehenden Wasserkraftwerken in Norwegen und den Alpen gekoppelt. Durch den großräumigen Stromtransport kann eine Flaute in der einen Region problemlos durch die Stromproduktion in einer anderen Region ausgeglichen werden. Die Stromversorgung Europas würde dann vom Ferntransport der Energie mittels HGÜ in ähnlicher Weise profitieren wie heute schon Tasmanien.

SIEMENS AG

Am Anfang und am Ende der Gleichstromübertragung steht eine Konverterstation. Das Foto zeigt eine Anlage, die von der Firma Siemens in Talcher (Südostindien) errichtet wurde. Die Station wandelt die Energie zum Transport von Wechsel- in Gleichstrom um – oder zurück für den Verbrauch.

direkt neben einer Straße verlegt werden. Sie benötigen somit keine eigene Trassen wie die üblichen Hochspannungsfreileitungen“, sagt Günther Stark, Fachvertriebsleiter Grid Systems bei ABB in Mannheim. Neue Kabeltrassen gelten wegen der starken Eingriffe ins Landschaftsbild heute als politisch schwer durchsetzbar. Andererseits halten viele Experten den weiteren Ausbau der Stromnetze in der Europäischen Union für unabdingbar. Einen Ausweg aus die-

sem Dilemma könnte für die Stromkonzerne die HGÜ-Technik bieten.

Interessant ist HGÜ für die Stromversorger auch deshalb, weil sie die Betriebssicherheit ihrer Netze erhöht. Damit ein Wechselstromnetz reibungslos funktioniert, muss der Strom überall mit der gleichen Frequenz synchron schwingen. Wird dieser einheitliche Stromfluss gestört, beispielsweise durch den plötzlichen Ausfall eines Kraftwerkes oder einer Leitung, können Spannungs-