Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 99 (2008)
Heft: 16

Artikel: Neue Gleichstromleitung zwischen Italien und Sardinien
Autor: Berger, Wolfgang
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-855879

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Neue Gleichstromleitung zwischen Italien und Sardinien

Sardinien ist weit weg. 400 km – *«as the crow flies»*, sagt man in Irland mit Blick übers Meer. Diese Strecke in etwa trennt die Mittelmeerinsel vom italienischen Festland. In modernen Zeiten sind zwar Entfernungen durch den technischen Fortschritt oft wie Chagrinleder geschwunden, dennoch können sie weiterhin eine neue Herausforderung darstellen. Eine solche wird derzeit bei der Verlegung eines Hochspannungsgleichstromkabels im Tyrrhenischen Meer zwischen Latina südlich von Rom und Fiume Santo im Norden Sardiniens bewältigt. Bauherr ist Terna, der Betreiber des italienischen Hoch- und Höchstspannungsnetzes, für den das SA.PE.I (*Sa*rdegna – *Pe*nisola *I*taliana) benannte Projekt das wichtigste bisher im Land realisierte Unternehmen der Netzinfrastruktur darstellt. Tatsächlich wurde es im 1. Programm Italiens für strategische Infrastrukturen (Delibera CIPE n. 121) vom 21.12.2001 in die Projekte von «hervorragendem nationalem Interesse» aufgenommen.

Alberto Mori schrieb 1965 in einer Monografie über Sardinien zu dessen Elektrizitätswirtschaft, mit der vollen Betriebsfähigkeit des Kohlekraftwerks in Sulcis[1] könne nicht nur die Stromproduktion erheblich ge-

Wolfgang Berger

steigert und die wachsende Energienachfrage der Insel gedeckt werden, sondern es würde darüber hinaus zu einem beträchtlichen Überschuss kommen, der dann allerdings in einer gerade entstehenden Leitung aufs Festland transportiert werden könne. Damals wurde mittels einer 200-kV-Gleichspannungsleitung mit 300 MW Leistung über den Umweg Korsika erstmals die Strombrücke zum Festland geschlagen. Das Kabel, auf Korsika auch über Land geführt, erhielt den Namen SA.CO.I (*Sar*degna-*Co*rsica-*I*talia).

Seither sind gute vierzig Jahre vergangen. In diesem Zeitraum hat sich die autonome Region Sardinien, am Stromverbrauch ablesbar, wirtschaftlich entwickelt[2]: Im Jahr 1970 überstieg die einwohnerspezifische Gesamtstromnachfrage erstmals diejenige Italiens. Damals erst siedelten sich die meisten Grossindustrien, chemische und petrochemische Werke[3], aber auch Stahlbau, an. Im Jahr 2007 erreichte der Bedarf schliesslich 7099 kWh/Einwohner (Italien 5372 kWh/Einwohner). Seit 2002 wird auf Sardinien im Übrigen mehr Strom produziert als verbraucht (Bild 1).

Zum Vergleich: Der sardische Konsum beim Endstrom liegt in absoluten Zahlen bei etwa einem Fünftel dessen, was in der Schweiz nachgefragt wird.

Die Industrie dominiert den Verbrauch auf der Insel sehr stark. So gingen im Jahr 2007 gut 60% auf diesen Bereich zurück, auf den Dienstleistungssektor und die Haushalte entfielen jeweils etwa ein Fünftel und auf die Landwirtschaft lediglich 2%. Thermoelektrische Kraftwerke, die bisher das Gros (92% im Jahr 2007) der Produktion ausmachen, konzentrieren sich in Sardinien hauptsächlich auf den Norden (Fiume Santo, Porto Torres, Codrongianos) und den Süden (Sulcis, Assemini, S. Gilla usw.) des Landes.

Gründe für die neue Leitung

Die erwähnte SA.CO.I-Verbindung ist mittlerweile wegen ihrer begrenzten Transportkapazität nicht mehr in der Lage, den gestiegenen energiewirtschaftlichen Anforderungen zu genügen. Hinzu kommen das Alter des Kabels (über 40 Jahre) und eine nicht ausreichende Flexibilität im Betrieb, was auch auf vertragliche Verpflichtungen zur Energielieferung auf Korsika zurückgeht. Die Übertragungsverluste sind hoch, es besteht das Risiko von Lieferunterbrechungen, durch Brände oder Blitze im langen Überlandbereich auf Korsika[4] herbeigeführt, und schliesslich ist die Zahl der möglichen schnellen Richtungswechsel des Energieflusses begrenzt.

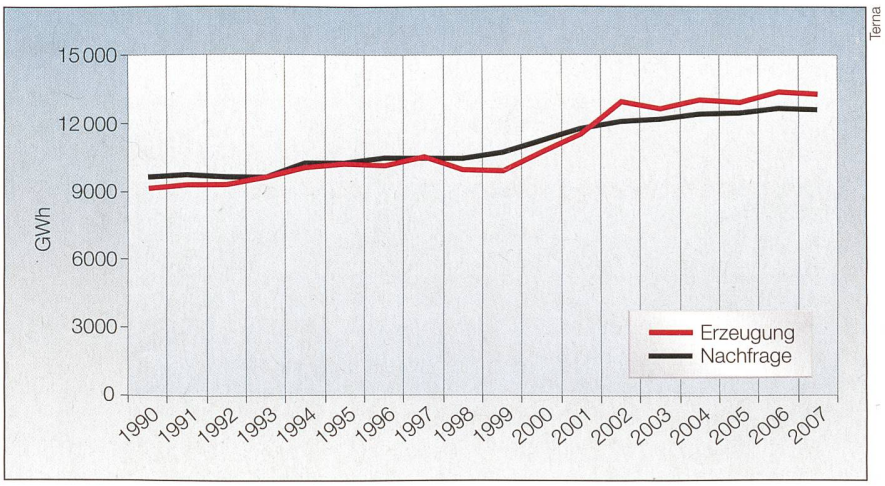
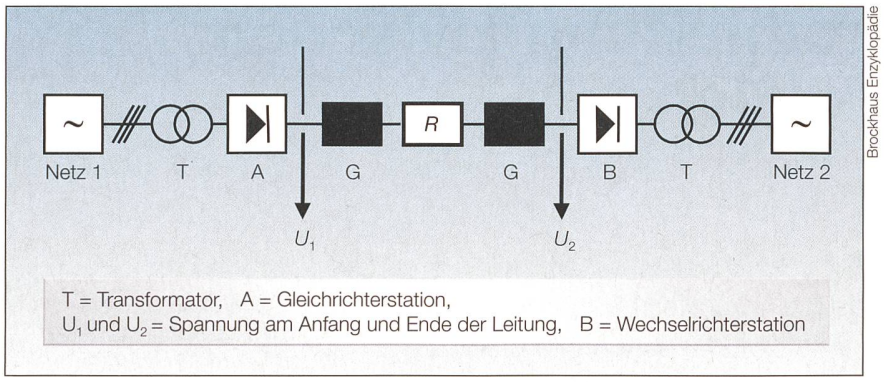


Bild 1 Entwicklung der Erzeugung und Nachfrage von Strom auf Sardinien.



Brockhaus Enzyklopädie

Bild 2 Prinzipskizze der Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ).

Vor diesem Hintergrund stellte sich der Bau einer neuen Leitung zum Festland nunmehr als notwendig heraus. Was die Verbindung zwischen Sardinien und Korsika angeht, wurde zur besseren Lieferbeständigkeit bereits vor einiger Zeit ein Unterseekabel (SAR.CO) zwischen Santa Teresa (Sassari) und Bonifacio (Korsika) verlegt, das bei einer Leistung von 50 MW mit 150 kV Wechselspannung arbeitet.

Nachdem die Verlegung des neuen Kabels immer wieder im Kontext mit dem Ausbau der Windkraftnutzung auf Sardinien genannt wird, ist es angebracht, an dieser Stelle auch auf dieses Argument einzugehen, bevor dann das SA.PE.I-Projekt zur Sprache kommt.

Die Nutzung der Windkraft auf Sardinien

Die Insel bietet hinsichtlich des Windaufkommens italienweit betrachtet gute Ausgangsbedingungen. Aus einem vom Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano (CESI) erarbeiteten Atlas geht hervor, dass in 100 m über dem Boden in weiten Teilen eine mittlere jährliche Windgeschwindigkeit von 6 bis 8 m/s herrscht, in manchen Gebieten können es sogar 9 m/s werden. Solche Bedingungen liegen sonst nur noch in der Basilikata und, bereits mit einigen Abstrichen, in Apulien und auf Sizilien vor.

Der noch aktuelle Netzentwicklungsplan 2007 von Terna bemerkt bereits, dass auf Sardinien auch angesichts der starken Zunahme der Nutzung fluktuierender erneuerbarer Energiequellen umfangreiche Netzverstärkungen vorzusehen seien. Dabei sind sowohl ein Ausbau des Hauptnetzes, und dazu zählt das SA.PE.I-Kabel, zu nennen als auch lokale Verstärkungen dort, wo Windkraftwerke ins Netz einspeisen.

Terna war in besagtem Plan davon ausgegangen, dass auf Sardinien bis Ende 2008 eine Windturbinen-Leistung von 826 MW installiert sein könnte. Das Erreichen dieses Werts erscheint zwar im Licht der Ende 2007 tatsächlich errichteten Leistung von 367 MW unwahrscheinlich, dennoch dürfte zumindest mittelfristig die Schwelle von 1 GW überschritten werden, woraus sich, je nach Windjahr, durchaus eine Produktion in der Grössenordnung von 2000 GWh ergeben könnte, ein in der Tat nennenswerter Anteil an der derzeitigen Gesamtstromerzeugung der Insel von ca. 13 200 GWh.

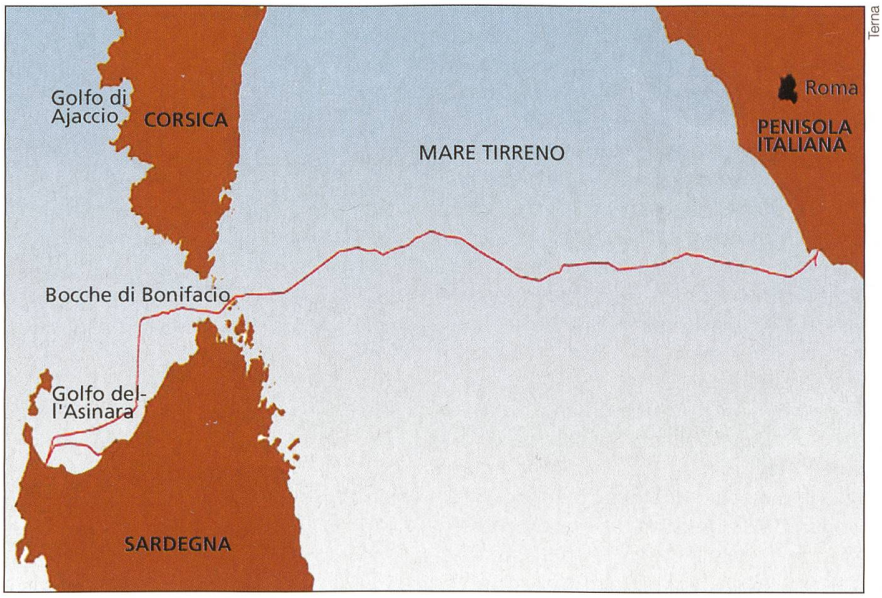
Mit SA.PE.I sowie mit der 150 kV-Wechselstromleitung zwischen Sardinien und Korsika und der neuen 150 kV-Überlandleitung zwischen Santa Teresa und Buddusò auf Sardinien wird es aber nun möglich sein, die Windkraftleistung auf Sardinien um weitere ca. 700 MW zu steigern.

Die Übertragungstechnik

In den Anfängen des Stromtransports erfolgte dieser vorzugsweise mit Gleichstrom, später übernahm die Drehstromübertragung mit Transformatoren gewöhnlich diese Rolle. Die Gleichstromübertragung wird aber dort bevorzugt eingesetzt, wo der Strom über sehr lange Strecken zu leiten ist[5]. Von Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) spricht man bei Gleichstromtransport, für den auf Spannungen zwischen 400 kV bis über 1000 kV hochgespannt wurde. Um elektrische Leistung von einem Drehstromnetz in ein anderes zu leiten, transformiert man auf der Erzeugerseite die Spannung des hergestellten Drehstroms hoch und richtet sie gleich (Bild 2). Der Strom fliesst dann in der HGÜ-Leitung zur Verbraucherseite. Dort geht die Leistung über eine Wechselrichterstation dem Drehstromnetz als Wirkleistung zu.

Die Vorteile dieser Übertragungstechnik bestehen darin, dass sie nur relativ geringe Verluste aufweist, wegen des fehlenden Blindleistungsbedarfs über grosse Entfernungen einsetzbar ist und dabei keiner Längenbeschränkung für den Transport unterliegt. Als Nachteil ist dagegen zu verzeichnen, dass die HGÜ im Vergleich zur Drehstrom-Freileitung schwieriger zu vernetzen ist, weil sie eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung erfordert. Ausserdem sind natürlich Kosten für die Umrichterstationen einzukalkulieren (Schneider, 2008).

Eine insbesondere in Europa und den USA eingesetzte Version stellt dabei die des HVDC Light (ABB) dar, zu deren Charakteristika u.a. IGBT-Technologie, VPE-Kabel, kontinuierliche Blindleistungsbereitstellung, dynamische Spannungsregelung und Schwarzstartfähigkeit gehören (Schneider, 2008). Der Offshore-Windpark Borkum 2 in der Nordsee etwa wird mit dieser Technik realisiert. Nach Angaben der Niedersächsischen Staatskanzlei (2007) können heute 300-kV-Systeme mit einer Über-



Terna

Bild 3 Verlauf des neuen Gleichstromkabels zwischen Italien und Sardinien.

Paolo Bonini, Terna

Bild 4 Verlegung des Hochspannungsgleichstromkabels im Mittelmeer.

tragungsleistung von 1100 MW geliefert werden. Als Übertragungsverluste sind dabei bei einer Überbrückung von 200 km und Einsatz eines 1100-MW-HVDC-Light-Systems etwa 5% in Ansatz zu bringen, womit man bessere Werte als bei einer Freileitung erzielt.

Das Projekt SA.PE.I

Die Arbeiten für das SA.PE.I (*Sa*rdegna – *P*enisola *I*taliana) benannte Projekt, einige Eckpunkte sind in der Tabelle festgehalten, begannen im Oktober 2006 mit geophysikalischen und geotechnischen Untersuchungen zum Auffinden einer geeigneten Trasse (Bild 3).

Im vergangenen Jahr wurde dann eine erfolgreiche Probeverlegung von 10 km Kabel in 1600 m Tiefe durchgeführt. So tief war man nach Angaben von Terna bislang noch nirgends mit einem Stromkabel gegangen. Gegenwärtig erfolgt das Ausbringen im Meer (Bild 4).

In einer technisch-wirtschaftlich-ökologischen Durchführbarkeitsstudie wurden als optimale Standorte für die Anbindung des Meereskabels die bestehenden 380-kV-Stationen in Fiume Santo auf Sardinien (Provinz Sassari) und Latina (Region Latium) ausfindig gemacht, in deren Nähe die neuen Umrichtstationen errichtet werden. Eine jede von ihnen besteht aus zwei Modulen mit einer Leistung von je 500 MW. Die Verbindung zwischen den Stationen erfolgt mittels zweier 500-kV-Gleichstromleitungen, von denen eine jede ca. 400 km lang ist. Der Bau wird in zwei aufeinanderfolgenden Phasen umgesetzt, in denen jeweils 500 MW Leistung eingerichtet werden.

Verständlicherweise hat ein Projekt dieses Zuschnitts und dieser Grössenordnung seinen Preis. Terna muss dafür eine Summe von 700 Mio. Euro berappen. Die Europäische Investitionsbank (EIB) gewährt zur Finanzierung einen 300 Mio. Euro schweren Kredit mit zwanzigjähriger Laufzeit. Ab dem fünften Jahr der Laufzeit muss in halbjährlichen Raten zurückgezahlt werden.

Bei Terna sieht man eine ganze Reihe von Vorteilen, welche die neue Leitung mit sich bringen wird. Da wird die Sicherheit des sardischen Stromsystems genauso genannt[6] wie die Möglichkeit, wirtschaftlich relativ günstigen Strom auf das Festland zu transportieren. Letzteres ist auch von Bedeutung im Hinblick auf die bereits erwähnte, sich stark entwickelnde Nutzung der Windkraft; denn während auf der Insel 2003 gerade einmal 121 MW installiert waren, hatte sich die Leistung der Turbinen vier Jahre später bereits verdreifacht und einen Wert von 367 MW erreicht.

Weiterhin wird die künftig erleichterte Teilnahme sardischer Unternehmen am Stromhandel als Vorteil verbucht, womit dann auch eine erhöhte Flexibilität und Sicherheit in der Versorgung einhergeht. Auf Sardinien können bisher vorzuhaltende Reserveleistungen zurückgefahren und damit die regionale Versorgung wirtschaftlicher gestaltet werden. Schliesslich wäre noch die Möglichkeit der Ausserbetriebnahme der bereits bestehenden 200-kV-Gleichstromlinie in den kommenden Jahren zu nennen. Diese verläuft von Sardinien über Korsika nach Piombino auf dem italienischen Festland (Toskana) und erweist sich, wie bereits dargestellt, nach mehr als vierzigjährigem Betrieb als überaltert.

Die Vorbereitung des Projekts war nicht auf die Klärung technisch-wirtschaftlicher und rechtlicher Gesichtspunkte beschränkt. In Studien wurde vorsorglich auch die Auswirkung des Kabelbetriebs auf die Meeressäugetiere untersucht. Und um über den Gesundheitszustand der Wasserpflanze *Posidonia oceanica* informiert zu sein, wurde ein entsprechendes Monitoring-Programm auf den Weg gebracht.

Ausblick

Mitte 2009 soll mit der Inbetriebnahme des ersten Kabels von 500 MW Leistung schliesslich Strom in der SA.PE.I-Leitung fliessen. Die Fertigstellung des zweiten Kabels gleicher Leistung ist bis Jahresende 2010 vorgesehen.

Bei Terna wird indessen schon wieder weitergedacht: Es steht auch eine mögliche Gleichstromverbindung zwischen Italien

Technische Aspekte	
Zahl der Untersee- und Landkabel (jeweils bidirektional)	2
Kabellänge	420 km
Gesamtleistung	1000 MW
Spannung	500 kV
Kabeldurchmesser	12 cm
Grösste Verlegetiefe	1600 m
Ökonomische und infrastrukturelle Aspekte	
Vorgesehene Investitionshöhe	700 Mio. Euro
Kredit der Europäischen Investitionsbank	300 Mio. Euro
Umformerstation Fiume Santo (Sardinien)	48 000 m^2
Umformerstation Latina (Latium)	35 000 m^2
Erforderliche Erdbewegungen	50 000 m^3

Terna

Tabelle Eckdaten des Projekts.

und Algerien zur Diskussion, die das europäische Stromnetz neuerlich mit Afrika verbinden würde. Das ist in der Meeresenge von Gibraltar, wo eine Leitung die Netze Spaniens und Marokkos verknüpft, bereits auf einer kurzen Strecke geschehen.

Referenzen

Niedersächsische Staatskanzlei: Fakten zum Netzausbau. Referat 104. Hannover.

Schneider, J. (2008): Verbundnetzausbau mit HGÜ-Technik. ABB.

Angaben zum Autor

Dr. *Wolfgang Berger* ist Umwelttechnik-Ingenieur. Er war in Italien in der ehemaligen Forschungsabteilung des Stromversorgers Enel sowie am CESI beschäftigt und betreibt in Verona seit fünf Jahren das Consulting-Büro für Energiefragen Orizzonti.
orizzonti_italia@yahoo.it

[1] In dessen Nähe befinden sich die einzigen nennenswerten Braunkohlevorkommen Italiens, der Name der dort liegenden Stadt Carbonia verweist darauf.
[2] Die folgenden Zahlen stammen vom italienischen Übertragungsnetzbetreiber Terna.
[3] In Porto Torres im Nordwesten, in dessen Nähe das neue Gleichstromkabel nun ans Land kommt, sowie im Süden der Insel werden Erdölraffinerien betrieben.
[4] Die Insel wird vom Kabel von Süden nach Norden durchquert.
[5] In China stellt die Gleichstromübertragung mit hoher Spannung die Basis des Stromtransportnetzes dar.
[6] Die Regionalgruppe Sardinien der italienischen Industrievereinigung Confindustria beklagte 2005 in einer Stellungnahme zum damaligen Entwurf des sardischen Energie- und Umweltplans die unzureichende Qualität der Stromversorgung auf der Insel, die von mangelhafter Lieferkonstanz gekennzeichnet sei und die Produktionszyklen in der Industrie stören würde. Nach Angaben von Terna entfielen allein auf Sardinien 10% der aufgrund von Versorgungsunterbrechungen nicht gelieferten Energie im Hoch- und Höchstspannungsnetz Italiens im Zeitraum von Juni 2005 bis Juni 2006.

Résumé

Nouvelle ligne à courant continu entre l'Italie et la Sardaigne

La Sardaigne c'est loin. 400 km – *«as the crow flies»* (à vol d'oiseau), dit-on en Irlande en regardant la mer. C'est la distance qui sépare l'île méditerranéenne du continent italien. En ces temps modernes, l'éloignement disparaît grâce au progrès technique. Il peut toutefois représenter un réel défi. C'est justement le cas pour la pose du câble à courant continu à haute tension dans la Mer Tyrrhénienne entre Latina au sud de Rome et Fiume Santo au nord de la Sardaigne. Le maître de l'ouvrage est Terna, le gestionnaire du réseau haute et très haute tension italien, pour qui SA.PE.I (*Sardegna – Penisola Italiana*) représente le projet d'infrastructure de réseau le plus important réalisé jusqu'ici dans le pays. Ce projet a effectivement été intégré dans le premier programme italien pour les infrastructures stratégiques (Delibera CIPE n° 121) du 21.12.2001 parmi les projets de «grand intérêt national».

Wir helfen Ihnen bereits bei der Planung, die richtigen Werte zu ermitteln.

- Messung und Berechnung der magnetischen Felder
- Planung von Neu- und Umbauten
- Beratung und Überprüfung
- unabhängige und neutrale Expertise
- Sanierung

Electrosuisse, U. Walti
Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltorf
Tel. 044 956 11 84
Fax 044 956 16 84
urs.walti@electrosuisse.ch

NIS-Verordnung

SEV Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik

electrosuisse