



Über Wechselstromstrassen und Gleichstromautobahnen

Übertragungsleitungen sind das Rückgrat der Stromversorgung. Zwei Systeme kommen zum Einsatz: Die Wechselstrom- und die Gleichstromübertragung. Die Auseinandersetzung über die Vor- und Nachteile der beiden Lösungen ist so alt wie die Elektrifizierung.

Als der Zirkuselefant Topsy an einer Ladung Wechselstrom starb, hatte Thomas Edison den «War of Currents» (deutsch: Stromkrieg) bereits verloren. Das Team des US-Erfinders hielt diese «Elektrokution» filmisch fest, um zu demonstrieren, wie gefährlich Wechselstrom sei. Die makabere Kampagne markierte 1902 wohl einen letzten Versuch, den Durchbruch der Wechselstromübertragung als technische Standardlösung in den USA zu verhindern. Noch in den Gründerjahren der Elektrifizierung war Edisons Gleichstromspannung das Mass gewesen. Sein Rivale George Westinghouse konnte indes bereits 1896 das Wechselspannungssystem nach den Entwürfen von Nikola Tesla durchsetzen. Bis heute beruht die Energieversorgung zumeist auf Wechselstrom beziehungsweise -spannung, und dies aus gutem Grund: «Wechselspannung lässt sich leicht auf höhere Spannungsniveaus transformieren. Damit lässt sich elektrische Energie mit vergleichsweise geringen Verlusten transportieren», erklärt Thilo Krause vom Institut für Elektrische Energieübertragung und Hochspannungstechnik der ETH Zürich. Denn bei jedem Transport wird ein Teil der elektrischen

Energie in andere Energieformen – beispielsweise Wärme – umgewandelt und geht für die weitere Nutzung verloren. «Je grösser die Stromstärke, desto höher sind die Verluste.»

$P = U \times I = \text{const}$

Für die Übertragung über weite Distanzen wird man vorzugsweise mit einer niedrigen Stromstärke arbeiten. Dafür braucht es eine hohe Spannung, wie der elementare Zusammenhang zwischen elektrischer Spannung und Strom zeigt: $P = U \times I = \text{const}$. P steht für eine bestimmte elektrische Leistung, U für die Spannung und I für die Stromstärke. Das Verhältnis von Strom und Spannung ist durch die Transformierbarkeit «frei» wählbar. Bei der Übertragung kommen 380 Kilovolt oder mehr zum Einsatz. Für den Endkunden im Hausanschluss wird der Strom dann über mehrere Ebenen wieder auf ein nutzbares deutlich tieferes Spannungsniveau transformiert.

Auch Gleichstromübertragung punktet

Beim Wechselstrom gibt es hingegen den Nachteil, dass die Übertragungsstrecke kontinuierlich ge- und entladen werden muss, weil er fünfzig Mal pro Sekunde die Polarität wechselt; dabei entstehen elektromagnetische Felder, die dem Ladungsvorgang entgegenwirken. Es braucht daher so genannte Blindenergie, um überhaupt Nutzenergie zu übertragen. Ab einer gewissen Distanz ist die Blindenergie so gross, dass die Übertragung nicht mehr effizient ist. «Als Alternative bietet sich die Hochspannungsgleichstromübertragung, kurz HGÜ an», erklärt Krause. Denn bei dieser Technologie fallen die Ver-

luste mit zunehmender Distanz proportional geringer aus als im Drehstromnetz. Konventionelle HGÜ mit hohen Leistungen sind ab einer Distanz von 500 bis 800 Kilometer wirtschaftlich; daneben gibt es alternative Systeme, welche auf bedeutend kürzeren Strecken eingesetzt werden können. Die HGÜ eignen sich zudem für die Anbindung von Offshore-Windparks und Ölplattformen. Die Technologie erfordert hingegen kosten- und platzintensive Umrichterstationen, um wieder «alltagstauglichen» Wechselstrom zu erhalten.

HGÜ-Anlagen der Superlative

In Europa gibt es zahlreiche HGÜ-Verbindungen. Der Technologiekonzern ABB hat 2008 beispielsweise eine 580 Kilometer lange Unterwasserleitung zwischen Norwegen und den Niederlande eingeweiht. Aktuell liefert sich ABB mit Konkurrent Siemens in China ein eigentliches «Kopf-an-Kopf-Rennen». Siemens hat Ende Dezember 2009 den ersten Pol einer 800-Kilovolt-HGÜ-Anlage von Yunnan nach Guangdong in Betrieb genommen, mit einer Übertragungsleistung von 5000 Megawatt über eine Distanz von 1400 Kilometern. ABB kündigte Anfang 2010 den erfolgreichen Test des ersten Pols einer neuen 800-Kilovolt-Leitung von Xiangjiaba nach Shanghai an, die Distanz beträgt 2000 Kilometer, die Übertragungsleistung 6400 Megawatt.

(klm)

INTERNET

Institut für Elektrische Energieübertragung und Hochspannungstechnik der ETH Zürich:
www.eeh.ee.ethz.ch

Buchtipp zum «Stromkrieg»:
Empires of Light (Jill Jonnes, 2003, nur Englisch)