

F E R N E R K U N D U N G I N D E R
E L E K T R I Z I T Ä T S W I R T S C H A F T

G. Schiller,
Österreichische Elektrizitätswirtschafts AG
1010 Wien, Am Hof 6 A

10A 144835

Z U S A M M E N F A S S U N G

Das vorliegende Referat behandelt die Anwendungsmöglichkeiten der Fernerkundung in der Elektrizitätswirtschaft. Ausgehend von einer Darstellung der gegenwärtigen Situation in der österreichischen Energiewirtschaft wird die Bedeutung der Fernerkundungsmethoden für die Planung und den Betrieb von Kraftwerken, sowie anderer elektrischer Anlagen dargestellt. Es wird festgestellt, daß heute schon eine Reihe von Fernerkundungsmethoden in Anwendung stehen und bei einigen weiteren Verfahren sich sehr positive Möglichkeiten für die Zukunft zeigen.

S U M M A R Y

The present lecture deals with the possibilities of using remote sensing in electricity industry. Starting with a description of the present situation of the Austrian power industry the importance remote sensing methods have in planning and operation of power plants and other electrical installations is outlined. Notice is given of the fact that today a series of remote sensing methods are already being applied and that some other possibilities reveal very promising for the future.

E I N L E I T U N G

Wenn man die Möglichkeiten der Fernerkundung in der Elektrizitätswirtschaft näher beleuchten will, so muß eingangs die heutige Situation in der Energieversorgung Österreichs kurz behandelt werden. Diese ist äußerst angespannt, wir haben bereits eine Auslandsabhängigkeit von mehr als 70 % erreicht und die Entwicklung der Ausgaben für diese Importe wird zu einem großen Problem in der Zahlungsbilanz. Im Jahr 1970 wurden noch 7 Mia S für Energieimporte ausgegeben, 1979 waren es schon 33 Mia S und für 1980 wird ein Betrag von etwa 50 Mia S geschätzt. Die österreichische Energieversorgung beruht zu etwas mehr als der Hälfte auf Öl; Kohle und Gas machen jeweils knapp 20 % aus und die Wasserkraft hat einen Anteil von rund 10 %.

In der Elektrizitätserzeugung führte der große Anstieg der Heizölpreise dazu, daß Kraftwerke auf dieser Brennstoffbasis nurmehr dann eingesetzt werden, wenn ihre Leistung unbedingt gebraucht wird. Der Heizölpreis für Kraftwerke betrug 525 S/t im Jahr 1970 und stieg auf über 2000 S/t bis heute an.

Unter diesen Gesichtspunkten kommt der Wasserkraft als einheimische, sich ständig erneuernde Energiequelle eine große Bedeutung zu. Sie macht bei der österreichischen Stromerzeugung derzeit zwei Drittel aus und es sind noch einige Ausbaumöglichkeiten vorhanden. Das ausbauwürdige Wasserkraftpotential Österreichs beträgt etwa 50 000 GWh/a, rund 60 % davon sind ausgebaut oder befinden sich im Bauzustand. Die Wasserkraft ist damit die bedeutendste Stütze in der österreichischen Elektrizitätsversorgung und wird es auch noch einige Zeit bleiben.

Aber nicht nur Probleme der Energieaufbringung beschäftigen heute die energiewirtschaftlichen Planer, sondern auch die Fragen nach geeigneten Standorten für Kraftwerke und Netzanlagen. Die gewachsenen Umweltschutzansprüche der Bevölkerung machen es immer schwerer, bestimmte Projekte zu verfolgen und durchzuführen. Auch kommt es durch entsprechende Forderungen und behördliche Auflagen dazu, daß die Stromerzeugung zwar auf einen sehr hohen Umweltschutzstandard erfolgt, aber auch entsprechend teuer wird.

In dieser Lage ist es für die Elektrizitätswirtschaft von großer Wichtigkeit, sich aller möglichen Hilfsmittel zu bedienen, die bei der Lösung der schwerwiegenden Probleme eingesetzt werden können. Eines davon ist die Fernerkundung, die heute schon wichtig ist und in Zukunft eine noch wesentlich gesteigerte Bedeutung haben wird, wie schon von Schiller, 1978 gezeigt wurde. Einige Beispiele für die Anwendung von Fernerkundungsmethoden sollen nun kurz besprochen werden.

F E R N E R K U N D U N G B E I D E R
P L A N U N G V O N A N L A G E N

Zur Schaffung von Planungsunterlagen haben sich Fernerkundungsmethoden schon vielfach bewährt. So sind photogrammetrische Auswertungen von Luftbildern zur Schaffung von Plänen für Projektierungen eine Selbstverständlichkeit. Auf dem Gebiet der Geologie können im Planungsstadium mit Hilfe von Luft- und Satellitenaufnahmen Störungen und Klüfte ausfindig gemacht werden. In der Hydrologie gibt es eine Reihe von Anwendungsbeispiele. Für ein Wasserkraftwerk ist eine wesentliche Planungsunterlage die Wasserführung der genutzten Gewässerstrecken. Aufgrund langjähriger Reihen der Wasserführung werden verschiedene Auslegungsgrößen, wie etwa die Ausbauwassermenge, festgelegt. Durch Gletscherbeobachtungen mit Hilfe von Satellitenaufnahmen (siehe Östrem, 1973) kann gut auf die Gletscherbilanz geschlossen werden und ob die Gletscher vorstoßen oder zurückgehen. Diese Gletscherbewegungen bedeuten jedoch eine Veränderung der Wasserführung für die Kraftwerke und müssen für die Planung berücksichtigt werden.

Andere Beispiele aus diesem Fachgebiet sind die Erfassung von Vernässungsflächen durch Grundwasser, von Abwassereinleitungen in Flüsse durch Fernerkundung. Für Standortplanungen kalorischer Kraftwerke (Wärmelastpläne) kann die momentane Abwärmebelastung eines Gewässers durch Aufnahmen mit temperaturempfindlichen Filmern oder Thermalscannern erhoben werden. Gut lassen sich auch aus der Luft die verschiedenen Ausformungen von Schuttkegeln und anderen Geschiebeablagerungen erkennen. Dies kann wiederum bei Wasserkraftprojektierungen von großem Vorteil sein.

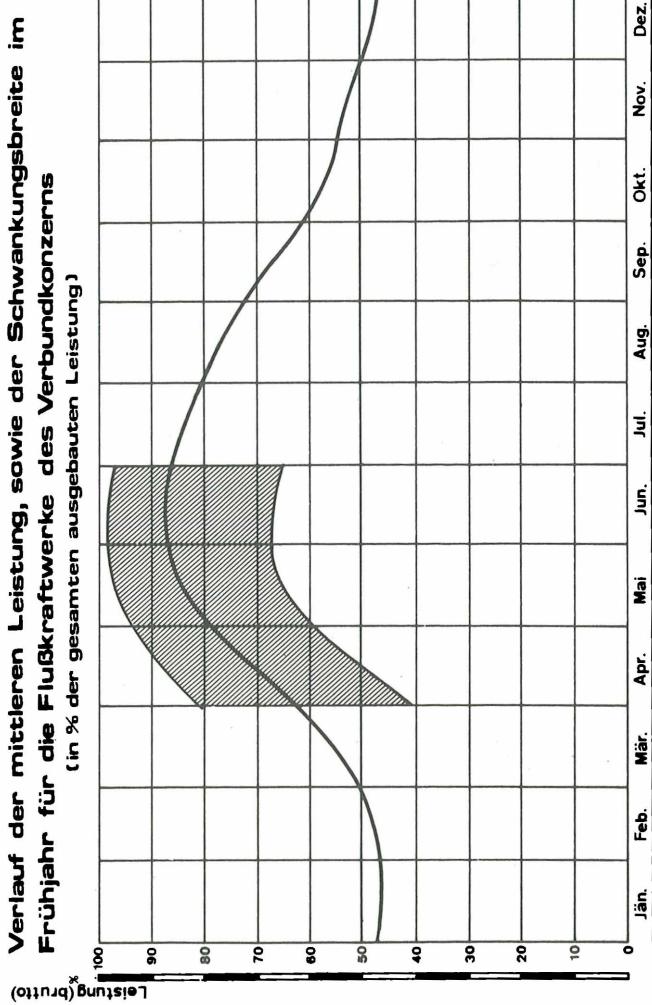
Im Zusammenhang mit der Beweissicherung bei Wasserkraftprojekten sind Vegetationskartierungen unter Einsatz von Fernerkundungsmethoden vielversprechend, um großflächige Dokumentationen vor dem Ausbau der Anlagen zu erhalten. Auf diesem Gebiet hat die Fernerkundung aber bisher eher nur unterstützend zu Bodenerhebungen wirken können.

F E R N E R K U N D U N G B E I M B E T R I E B
D E R A N L A G E N

Im Zusammenhang mit dem Betrieb kalorischer Kraftwerke können bei der Emissionsüberwachung Fernerkundungsmethoden wertvolle Hilfe leisten. Auch der Wärmeeintrag in einen Fluß durch Kühlwässer lässt sich sehr gut aus der Luft verfolgen.

Bei Wasserkraftwerken ist für den Betrieb die Zuflußprognose von großer Wichtigkeit. In Abb. 1 ist für die Flusskraftwerke des Verbundkonzerns an der Donau, am Inn, an der Enns und an der

Abb. 1



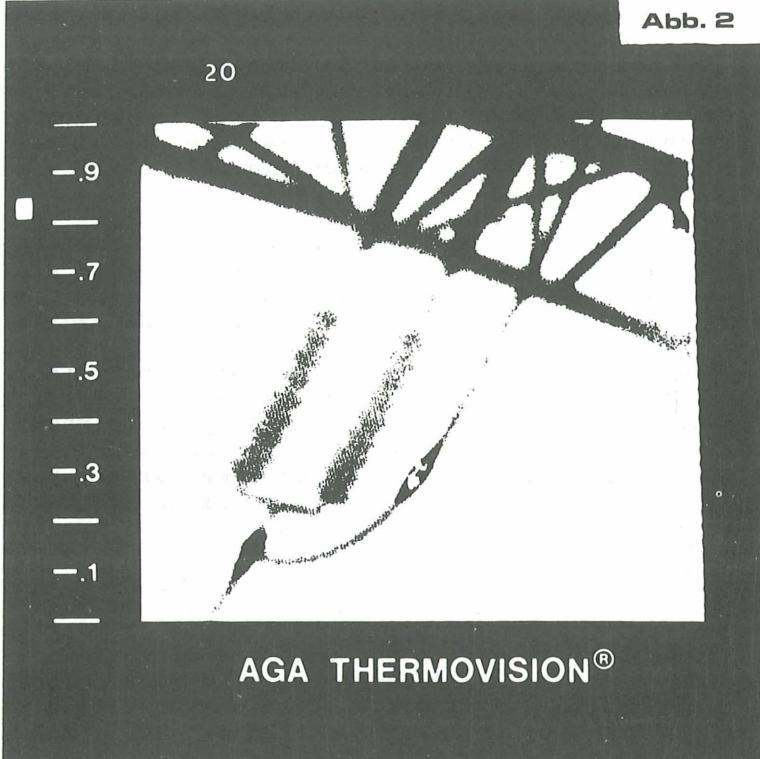
Drau der Verlauf der mittleren Leistung in einem Jahr dargestellt. Man sieht sehr deutlich, wie tief diese Leistung im Winter absinkt, um dann im Frühjahr sehr rasch anzusteigen. Dies ist sehr wesentlich durch die Schneeschmelze im alpinen Einzugsgebiet der Flüsse bedingt. Je nach dem Schneerückhalt in den einzelnen Jahren können die Leistungen der Kraftwerke im Frühjahr sehr stark schwanken, wie aus der eingezeichneten Schwankungsbreite zu erkennen ist. Es war daher immer schon ein großes Interesse da, den Schneevorrat des Winters zu erfassen und für eine Vorhersage des Abflusses im Frühjahr zu verwenden. Dazu wurde von Schiller, 1976 ein Regressionsmodell entwickelt, das dies aufgrund der Differenz zwischen Winterniederschlag und Winterabfluß in kleinen Teileinzugsgebieten ermöglicht. Mit diesem Verfahren kann aber nicht der Verlauf des Abschmelzvorganges im Frühjahr erfaßt werden und hier könnten Schneedeckenbestimmungen mit Hilfe von Satellitenbildern wertvolle Unterstützung bieten.

Schon mit den ersten ERTS-Aufnahmen hat man sich in Norwegen (siehe Östrem, 1973) und in der Schweiz (siehe Haefner, 1975) mit der Möglichkeit beschäftigt, diese Aufnahmen zur Bestimmung der Schneedecke zu verwenden. In Österreich haben sich Lepuschitz, 1977, Rott, 1978 und Plank, 1979 mit diesem Problem beschäftigt und den Nachweis der Brauchbarkeit gefilbert. Das eigentliche Problem stellt die zu seltene Bildfolge für ein bestimmtes Einzugsgebiet dar, da die ERTS-(jetzt LANDSAT-)Aufnahmen in guter Qualität und ohne Wolken nicht sehr häufig sind. Zur Verfolgung des Rückgangs der Schneedecke sollte aber wöchentlich eine Aufnahme vorhanden sein. Die Heranziehung von Bildern des NOAA-Satelliten könnte dieses Problem überbrücken, allerdings aufgrund der Bildauflösung dieser Bilder nur für großräumige Betrachtungen.

Eine andere Möglichkeit der Verwendung der Fernerkundung für Zuflußprognosen besteht in der direkten Ermittlung des Schneewasserwertes einer Schneedecke, also des gespeicherten Wasservorrats, durch Messung der Absorption der terrestrischen Gammastrahlung vom Flugzeug oder Hubschrauber aus. Diesbezügliche Erfahrungen wurden in der UdSSR und in Norwegen (siehe Dahl, Ödegaard, 1970) gesammelt und für Österreich läuft gegenwärtig ein Projekt, um die Methode in alpinen Einzugsgebieten zu testen.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten für den Betrieb von Kraftwerken wären noch die Niederschlagserfassung durch Radaranlagen, die Beobachtung von Stauraumverlandungen und die Registrierung von Lawinenstrichen. In Verbindung mit dem Betrieb von Umspannwerken und Netzanlagen hat sich ein anderes Fernerkundungsverfahren heute schon als Standardverfahren durchgesetzt. Es sind dies Messungen mit einem Temperaturscanner (Thermovision), um bei elektrischen Anlagen Schadstellen aufgrund ihrer erhöhten Temperatur ausfindig zu machen (siehe Mayer, Wohatschek, 1980). Diese sogenannten "Hot Spot" geben eine Frühwarnung ab und es können damit rechtzeitig Ausweichlungen vorgenommen werden (siehe Abb. 2). Bisher wurden im Bereich der Verbundgesellschaft 23 Anlagen und 880 km Leitungen auf diese Art überprüft.

Abb. 2



**Wärmebild einer Leitungsverbindung auf einem
Hochspannungsmast mit „Hot Spot“**

S C H L U S S B E T R A C H T U N G

Im Rahmen der Elektrizitätswirtschaft wird die Entwicklung von Fernerkundungsmethoden sehr aufmerksam verfolgt. Wenn bei einer Methode das Verhältnis zwischen Kosten und Nutzen einen wirtschaftlichen Einsatz verspricht, so kommt es sofort zur routinemäßigen Anwendung. Es sei diesbezüglich nur an die Thermovisionsmessungen im vorhergehenden Kapitel erinnert. Die Elektrizitätswirtschaft hat aber auch großes Interesse an der Entwicklung dieser Verfahren und so wurden wiederholt in Form von Bodenbeobachtungen indirekt oder direkt Forschungsvorhaben auf diesem Gebiet unterstützt. Die von uns mit besonderem Interesse verfolgten Probleme sind die Beobachtung des Abschmelzvorganges der Schneedecke im Frühjahr und die Bestimmung des Schneewasserwertes durch Fernerkundung.

L I T E R A T U R

- Dahl, J.B. u. H. Ödegaard, 1970: Areal Measurements of Water Equivalent Radioactivity in the Ground. Isotope Hydrology 1970, IAEA-Wien,
- Haefner, H., 1975: Möglichkeiten zur Erfassung und Vorhersage des Oberflächenabflusses. Österr. Gesellschaft für Weltraumfragen, Sommerschule Alpbach.
- Lepuschitz, R., 1977: Quantification of the Changes of Large Areas by Comparing the Frequency Distributions of Digital Images. Int. Symposium of Image Processing, Graz.
- Mayer, K. u. W. Wohatschek, 1980: Thermovisionsmessungen im Bereich der Verbundgesellschaft. Kontakt, Werkszeitschrift des Verbundkonzerns, H. 4, S. 3 - 6.
- Östrem, G., 1973: The Use of ERTS-Data to Monitor Glacier Behaviour and Snow Cover, Practical Implications for Water Power Production. Third ERTS-Symposium, Washington.
- Plank, H., 1979: Die Bestimmung der Schneebedeckung aus Satellitenaufnahmen mit Hilfe der multispektralen Klassifizierung. Diplomarbeit TU-Wien.
- Rott, H., 1978: Zur Schneekartierung in alpinen Einzugsgebieten aus Satellitenbildern. Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 14; H. 1, S. 81 - 93.
- Schiller, G., 1976: Die Prognose des Frühjahrsabflusses aufgrund der Differenz von Winterniederschlag und Winterabfluß. Wiener Mitteilungen Wasser-Abwasser-Gewässer, Bd. 19.
- Schiller, G., 1978: Fernerkundung bei Planung und Betrieb von Kraftwerken. Review, H. 1, S. 69 - 74.