

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 74 (1982)
Heft: 9

Artikel: Kabel NOfalmm für das Kernkraftwerk Leibstadt mit LOCA-Test
Autor: Jaep, Henri / Mühlenenthaler, Roger
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941151>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

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

Kabel NOflamm für das Kernkraftwerk Leibstadt mit LOCA-Test

Henri Jaep und Roger Mühlethaler

Neue Forderungen an die für Leibstadt bestimmten Kabel

Auf Veranlassung der AG Brown Boveri Baden haben gewisse schweizerische Kabelwerke als erste der Welt selbstlöschende und halogenfreie Kabel für das gegenwärtig im Bau befindliche Kernkraftwerk Leibstadt entwickelt [1, 2].

Neben den üblichen elektrischen, mechanischen und thermischen Forderungen, müssen diese Kabel noch folgenden Bedingungen genügen:

- im Brandfall dürfen sie nicht zur Feuerausbreitung beitragen; die Prüfung erfolgt nach der amerikanischen Vorschrift IEEE 383 [3], nach der eine vertikale Kabelschicht einer breiten Flamme ausgesetzt wird;
- auch im Brandfall müssen die Kabel so lange funktionsfähig sein, dass alle Sicherheitssysteme ansprechen können. Während der Versuche gemäss IEEE 383 wurde eine elektrische Funktionsfähigkeit von mindestens 3 Minuten Dauer verlangt; die praktischen Versuche bei der Kabelprüfung ergaben immer eine bedeutend längere Funktionszeit;
- unter der Feuereinwirkung dürfen die Kabel keine korrosiven Dämpfe freisetzen. Diese Bedingung kann nur erfüllt werden, wenn die Isolation weder Halogene (Chlor, Brom, Fluor) noch Schwefel oder Stickstoff enthält, was die Verwendung von PVC, Polychloropren (Neopren) und chlor-sulfoniertem Polyäthylen (Hypalon) von vornherein ausschliesst;
- die Dichte des von den brennenden Kabeln freigesetzten Rauchs muss dem geringsten Qualmgrad nach der Definition in der Wegleitung für Feuerpolizeivorschriften «Prüfung von Baustoffen und Bauelementen», Ausgabe 1976, der Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen entsprechen;
- das Isolations- und Mantelmaterial muss nach einer Bestrahlung mit 10^8 rad (oder 10^6 Gy) noch genügende mechanische Eigenschaften aufweisen. Diese Prüfung ist nötig, weil sich die mechanischen Eigenschaften, vor allem die Bruchdehnung, unter der Einwirkung ionisierender Strahlen schneller verschlechtern als die elektrischen Eigenschaften. Die Prüfdosis von 10^8 rad entspricht ungefähr der doppelten Strahlendosis, der die Kabel während ihrer vierzigjährigen Lebensdauer in einem Kraftwerk ausgesetzt sein können;
- die Kurzschlussfestigkeit muss sehr hoch sein [4], da der Scheitelwert des Kurzschlussstromes an Hochspannungskabeln 130 kA beträgt, bzw. 55 A an Niederspannungskabeln mit dem grössten verwendeten Querschnitt von 300 mm². Bei den Kurzschlussversuchen beträgt die Anfangstemperatur des Leiters 130°C (nach kurzzeitiger Überlast) und bei Kurzschlussende 300°C an den Hochspannungskabeln, bzw. 250°C an den Niederspannungskabeln.

Entwicklung der schwerbrennbaren und halogenfreien Kabel

Nach sehr vielen, bereits 1973 begonnenen Versuchen ist es gelungen, Energiekabel zu entwickeln, die in allen Punkten den von BBC für das Kernkraftwerk Leibstadt aufgestellten Vorschriften entsprechen.

Gegenwärtig werden bei der Herstellung derartiger Kabel vor allem zwei Isoliermaterialien eingesetzt, nämlich der synthetische Kautschuk Ethylen-Propylen (EPR) und vernetztes Polyäthylen (XLPE). Setzt man diesen Grundstoffen genügend Füllmaterial wie Aluminiumhydroxyd $Al(OH)_3$ zu, können sie selbstlöschend gemacht werden.

Angesichts der grossen Erfahrung mit Kautschuk hat sich Cossonay für Mischungen auf der Grundlage von EPR entschieden, die zudem noch den Vorteil einer grossen Wärmedruckfestigkeit aufweisen und die Herstellung sehr flexibler Kabel erlauben. Damit war es möglich, grosse Mengen von Energiekabeln für das Kernkraftwerk Leibstadt zu liefern, nämlich:

- etwa 22 km 10-kV-Kabel mit den Querschnitten 3×300 mm² und 3×185 mm²,
- etwa 10 km Niederspannungskabel $3 \times 300 + 150$ mm² und $3 \times 240 + 120$ mm²,
- etwa 21 km Dreiphasen-Niederspannungskabel mit Querschnitten zwischen 25 und 185 mm².

Dazu wurden an verschiedene Elektroinstallateure viele Kilometer Installationskabel in der gleichen Qualität in kleinen Querschnitten von 1 bis 16 mm² geliefert.

Der Kabelaufbau geht aus den Bildern 1 und 2 hervor: Niederspannungskabel NOflamm ($3 \times 1,5$ mm² bis $3 \times 300 + 150$ mm²)

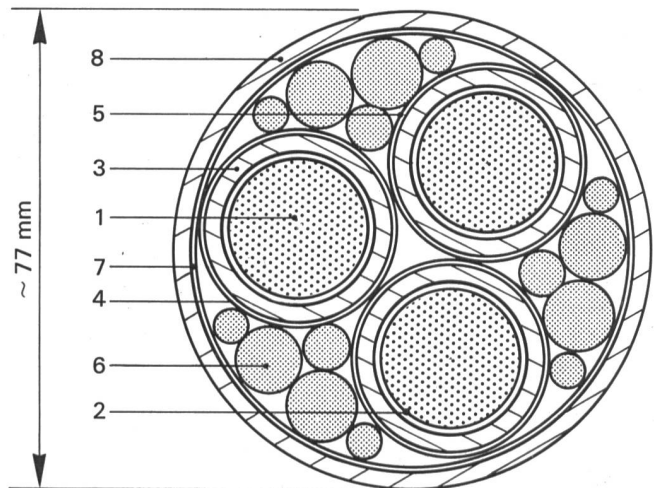


Bild 1. 10-kV-Kabel 3×300 mm².

1 Verseilter Kupferleiter; 2 Extrudierter Halbleiter; 3 EPR-Isolation; 4 Abschälbarer Halbleiter; 5 Schirm aus Kupferbändern; 6 EPR-Beilagschicht; 7 Umwicklung aus Glasfaserbändern; 8 Roter EPR-Mantel.

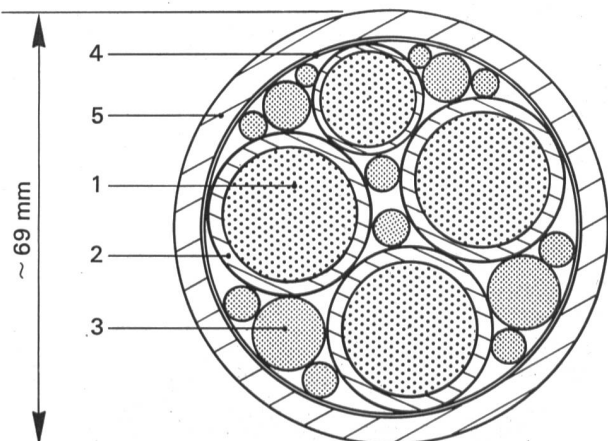


Bild 2. Energiekabel 1 kV, $3 \times 300 + 150$ mm².

1 Verseilter Kupferleiter; 2 EPR-Isolation; 3 EPR-Beilagschicht; 4 Umwicklung aus Glasfaserbändern; 5 Oranger EPR-Mantel.

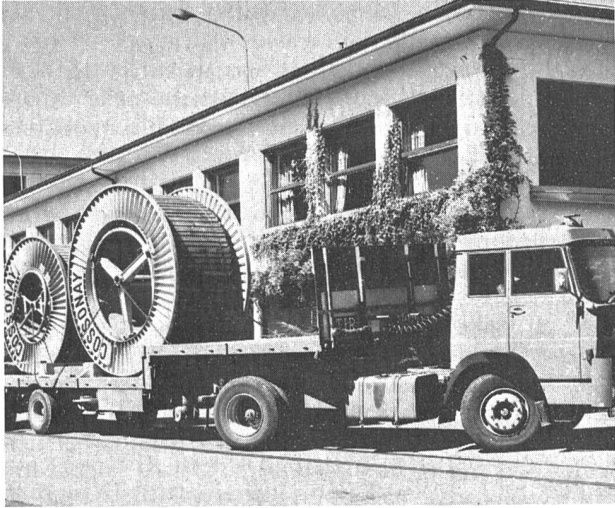
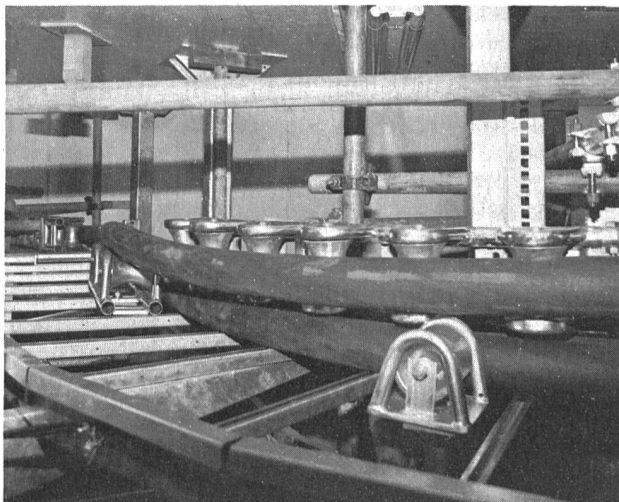


Bild 3. Strassentransport der Kabelrollen mit über 3 m Durchmesser auf einem Tiefladeanhänger.

- Isolation aus speziellem EPR mit einem Sauerstoffindex von 30;
 - über dem isolierten Leiterbündel eine, zwei oder drei Schichten von Glasfaserbändern mit hoher mechanischer Festigkeit;
 - Mantel aus speziellem EPR mit Sauerstoffindex von 32 bis 40 je nach Kabeldurchmesser.
- Hochspannungskabel NOflamm ($3 \times 185 \text{ mm}^2$ und $3 \times 300 \text{ mm}^2$)
- die Leiterisolation ist gleich aufgebaut wie bei den Hochspannungskabeln Typ G, das heisst, sie besteht aus einem über dem Leiterseil extrudierten halbleitenden EPR, einer Isolation aus einer Hochspannungs-EPR-Mischung und einem über die Isolation extrudierten und abschälbaren Halbleiter;
 - die isolierten Leiterseile werden mit einem Kupferband umwickelt und zu einem Bündel zusammengefasst;
 - die Fertigstellung erfolgt in gleicher Weise wie beim Niederspannungskabel, indem das Leiterbündel mit Glasfaserbändern umwickelt und schliesslich mit einem extrudierten Mantel aus der gleichen speziellen EPR-Mischung mit einem Sauerstoffindex von 32 versehen wird.
- Die grossen Kabel wurden vom Werk zum Bauplatz in Leibstadt auf grossen Trommeln mit über 3 m Durchmesser transportiert, die jede etwa 500 m Kabel fassten. Diese Trommeln konnten nur zu zweit auf einem Tiefladeanhän-

Bild 4. Kabel beim Verlegen auf Pritschen.



ger befördert werden, damit die zulässigen Transporthöhen und -gewichte nicht überschritten wurden (Bild 3). Die Kabelmontage, die vom Kunden selbst ausgeführt wird, steht gegenwärtig vor dem Abschluss. Die komplexe Kabelführung auf Pritschen und über Befestigungsleitern bedingte den Einzug der Kabel über direkt auf den Pritschen angebrachten Rollen von einem Ende des Kabeltrassees aus (Bild 4).

Cossonay hat bereits 1974 einem deutschen Ersteller von Kernkraftwerken halogenfreie Kabel offeriert, allerdings erfolglos. Die Deutschen befassen sich heute intensiv mit diesen Problemen. In Deutschland werden Kolloquien zu diesem Thema veranstaltet, und deutsche Kabelhersteller halten darüber sogar Vorträge in den USA!

Die besonderen Sicherheitsanforderungen an alle in einem Kernkraftwerk verwendeten Bauteile haben veranlasst, für die nach Leibstadt gelieferten Kabel NOflamm ein System der Qualitätssicherung zu entwickeln und diese Kabel dem LOCA-Test zu unterstellen, dem strengsten Test für diese Art Kabel.

Qualitätssicherung (QS)

Die Durchführung eines Systems der Qualitätssicherung, wie es erstmals in der Schweiz für die dem Kernkraftwerk Leibstadt gelieferten Kabel verlangt wurde, hatte eine ganze Reihe zusätzlicher Leistungen zur Folge, von denen die wichtigsten im folgenden beschrieben werden.

Auf der Grundlage bereits bestehender Qualitätskontrollen (Rohmaterial-Eingangskontrolle, Zwischenkontrollen im Laufe des Fabrikationsprozesses und Schlusskontrolle des Fertigproduktes) musste ein integriertes System geschaffen werden, das die Gesamtheit aller technischen, materiellen und administrativen Arbeiten umfasst, um die volle Übereinstimmung der Produkte mit den Spezifikationen zu gewährleisten. Dieses System musste anschliessend in einem Handbuch der Qualitätssicherung beschrieben und auf dieser Grundlage von den Kunden homologiert werden. In den Ausführungsvorschriften wurden alle Arbeiten schriftlich in allen Einzelheiten festgehalten. Für jede Produktgruppe sind in einem Kontrollschema die für jede Arbeit zu verwendenden Mittel, die Ausführungs- und Prüfverfahren sowie die als Beleg für die ausgeführten Prüfungen zu erstellenden Dokumente vorgeschrieben. Zur Schaffung dieses Qualitätssicherungssystems musste deshalb die bestehende Organisation analysiert und nötigenfalls ergänzt und vor allem in ein zusammenhängendes und zentralisiertes Ganzes integriert werden.

Ein weiterer Punkt betrifft die systematische Sammlung aller im Laufe der Fabrikation und bei den verschiedenen Prüfungen erstellten Dokumente, damit die einwandfreie Qualität des Produktes jederzeit nachgewiesen werden kann. Diese Dokumentensammlung reicht von den Prüfprotokollen der verwendeten Rohstoffe bis zu den Abnahmeprotokollen der fertigen Kabel im Werk.

LOCA-Test

Dieser Test bildet die Beanspruchungen nach, denen ein Kabel im Reaktorgebäude eines Kernkraftwerkes bei einem Kühlmittelverlust (Loss Of Coolant Accident) ausgesetzt sein kann. Je nach Reaktortyp können diese Beanspruchungen verschieden ausfallen; deshalb werden die Bedingungen des LOCA-Tests für jeden Reaktortyp gesondert definiert. Folgende Gründe haben Cossonay veranlasst, die für das Kernkraftwerk Leibstadt hergestellten NOflamm-Energiekabel dem LOCA-Test zu unterstellen:

- die ausgezeichnete Wasserfestigkeit dieser Kabel, ihre Beständigkeit gegen ionisierende Strahlung, die durch

Versuche im CERN bestätigt wurde, ihre Alterungsbeständigkeit und ihre grosse Wärmedruckfestigkeit – lauter Prüfpunkte im LOCA-Test – garantierten beinahe auf Anhieb das Bestehen dieser harten Prüfung;

– nachdem der SEV in Zürich und die Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (ASK) in Würenlingen den LOCA-Test nach den amerikanischen Originalvorschriften IEEE 323 [5] und 383 an die schweizerischen Verhältnisse angepasst hatten, war die Materialprüfstelle des SEV in Zusammenarbeit mit der Eidgenössischen Forschungsanstalt in Wädenswil in der Lage, diese komplizierten Versuche in der Schweiz durchzuführen;

– da die sehr strengen Bedingungen des LOCA-Tests aus den Anforderungen an lebenswichtige Bestandteile von Kernkraftwerken abgeleitet werden, konnte mit dem Bestehen der Prüfung die sehr hohe Qualität der Kabel NOflam nachgewiesen werden, woraus sich eine Eignung dieser Kabel auch für andere Anwendungen als in Kernkraftwerken ableiten lässt.

Praktisch wurden die Kabel beim LOCA-Test durch den SEV nacheinander folgenden Prüfungen unterworfen, die den Bedingungen für Siedewasserreaktoren (BWR) entsprechen, dem Typ, mit dem das Kernkraftwerk Leibstadt ausgerüstet ist.

1. Alterung in der Wärmekammer
 - 1.1 14 Tage, 135°C
2. Bestrahlung
 - 2.1 Bestrahlung mit Gammastrahlen (Kobalt 60)
Dosisleistung: 10^5 rad/h
Kumulierte Dosis: $5,5 \cdot 10^7$ rad
 - 2.2 Spannungsprüfung
Wickeldurchmesser gleich $20 \times$ Kabeldurchmesser
5 Minuten in Wasser, 20°C
bei 2,5 kV für Niederspannungskabel
bei 15 kV für Hochspannungskabel
3. Wasserdampffestigkeit
 - 3.1 Kabelprüfung in überhitztem Wasserdampf bei Nennspannung und Nennstrom
3 h bei 170°C/8 bar; 3 h bei 160°C/6,4 bar;
90 h bei 128°C/2,7 bar; 72 h bei 115°C/1,8 bar
 - 3.2 Spannungsprüfung
Gleich wie 2.2
4. Wasserfestigkeit
 - 4.1 Eintauchen in heisses Wasser bei Nennspannung und Nennstrom
5 Tage bei 98°C; 42 Tage bei 75°C; 46 Tage bei 50°C.
 - 4.2 Ableitstromfaktor, in Wasser von 20°C eingetaucht
Niederspannungskabel: $\leq 0,3 \cdot 10^{-6}$ A/Vm
Hochspannungskabel: $\leq 9,5 \cdot 10^{-8}$ A/Vm
 - 4.3 Messungen des Isolationswiderstandes
Messungen über 4 m, in Wasser, 20°C, 1000 V
Niederspannungskabel: $\geq 4 \cdot 10^4$ M Ω
Hochspannungskabel: $\geq 4 \cdot 10^6$ M Ω
 - 4.4 Spannungsprüfung
Gleich wie 2.2

Das NOflam-Niederspannungskabel (4×16 mm²) und der isolierte Leiter eines NOflam-Hochspannungskabels 5,8/10 kV (1×25 mm²) haben den beschriebenen vollständigen LOCA-Test erfolgreich bestanden. Es ist noch zu erwähnen, dass der Mantel der Hochspannungskabel gleich ausgebildet ist wie bei den Niederspannungskabeln. Die Versuche wurden sogar noch weitergeführt, indem der SEV die letzte Spannungsprüfung an beiden Kabeln in heissem Wasser von 90°C wiederholte. Da beide Kabel auch diese Prüfung bestanden, wurde die Spannung an den immer noch in 90°C heissem Wasser eingetauchten Kabeln am Niederspannungskabel mit 1 kV/min bis auf

15 kV und am Hochspannungskabel mit 2,5 kV/min bis auf 35 kV erhöht.

Nachdem immer noch kein Durchschlag erfolgt war, wurden beide Kabel in 90°C heissem Wasser einer Durchschlagsprüfung unterworfen, bei der die Spannung um 1 kV/s erhöht wurde.

Im Niederspannungskabel erfolgte der Durchschlag bei über 18 kV; das Hochspannungskabel widerstand noch einer Spannung von 40 kV, der höchsten Spannung, die an der Materialprüfstelle des SEV erzeugt werden kann.

Die erfolgreich bestandene LOCA-Prüfung weist nicht nur die sehr hohe Widerstandsfähigkeit dieser Niederspannungs- und Hochspannungskabel gegen ionisierende Strahlung nach, einer für die Verwendung in Kernkraftwerken typischen Beanspruchung, sondern auch die Widerstandsfähigkeit gegen die kombinierte Wirkung einer sehr harten Alterung im Wärmeschrank und eines langdauernden Eintauchens in heisses Wasser.

Diese Ergebnisse zeigen einerseits, dass es möglich ist, dem EPR Füllstoffe in grossen Mengen beizumischen, ohne dass dessen gute Eigenschaften darunter leiden; andererseits weisen sie die sehr grosse Wasser- und Wasserdampffestigkeit der EPR-Hochspannungs-Isolationsmischung nach, die in den Kabeln NOflam in der gleichen Zusammensetzung eingesetzt wird wie in den normalen Kabeln vom Typ G.

Literatur

- [1] R. Mühlethaler: Les câbles à isolation synthétique dans les incendies – Verhalten der Kunststoffkabel bei Brandfällen. Bulletin bcc 1973 (2) 1–8.
- [2] R. Mühlethaler: Les câbles électriques autoextinguibles – Selbstlöschende elektrische Kabel. Bulletin bcc 1976 (7) 23–25.
- [3] IEEE 383–1974: Standard for type test of class 1E electric cables, field splices, and connections for nuclear power generating stations.
- [4] T. Caldor, H. Orgler: Centrales électriques. Nouveaux câbles et leur dimensionnement – Neue Kraftwerkseile und ihre Auslegung. Revue Brown Boveri 1979 (5), 351–357.
- [5] IEEE 323–1974: Standard for qualifying class 1E equipment for nuclear power generating stations.

Adresse der Verfasser: Henri Jaep und Dr. Roger Mühlethaler, SA des Câbles et Treilleries de Cossonay, 1305 Cossonay-Gare.

Der vorliegende Beitrag entstammt dem «bcc-Bulletin» Nr. 17 vom November 1981. Dort kann der Text auch in französischer Sprache nachgelesen werden.

Ulteriore sfruttamento delle forze idriche

Nel 1975, l'Unione delle Centrali Svizzere di Elettricità (UCS) rendeva noti i suoi obiettivi di politica energetica nei quali venivano proposte le cinque considerazioni più importanti verso le quali – dal punto di vista dell'economia elettrica – deve indirizzarsi l'approvvigionamento di energia elettrica del nostro paese nei prossimi anni. Una delle cinque tesi presentate, la tesi 2, è quella che propugna il principio della massima diversificazione possibile, tanto per quel che concerne il genere che per la provenienza delle fonti di energia, evidenziando però che un notevole aumento della produzione di elettricità, oggi, è possibile soltanto mediante l'energia nucleare.

Queste tesi trovarono considerazione e consenso generale soprattutto tra i mass media e nelle sfere politiche. Ulteriormente però, la tesi 2 viene sfruttata dalle organizzazioni per la protezione dell'ambiente e la tutela delle bellezze naturali ed artistiche del paese, dalle associazioni dei pescatori, nonché da altre cerchie impegnate politica-

mente, che rimproverano all'economia elettrica di non agire in modo conseguente in merito allo sfruttamento delle forze idriche, quando questo è collegato con un aumento della produzione, sia nei nuovi progetti che nelle ristrutturazioni di centrali esistenti.

Siamo nel giusto quando si afferma che nel commento alla tesi 2, tra l'altro si deve leggere che un ulteriore ampliamento delle forze idriche, per motivi di economicità e protezione dell'ambiente naturale, non sarebbe possibile. Come ogni altro commento anche questo deve essere considerato nella sua totalità; singole frasi non dovrebbero essere citate isolatamente, amputate del restante testo. Il commento a questa tesi 2 si propone di spiegare che l'aumento del consumo di elettricità risultante annualmente (la media degli ultimi 5 anni è stata di ca. 1300 milioni di kWh per anno o la media di ca. 4,2% maggiore rispetto all'anno precedente) può essere coperto solo da ulteriori centrali nucleari, e che un ulteriore ampliamento delle centrali idrauliche come avvenne negli anni del dopoguerra, sia per motivi tecnico-economici che per riguardo alla protezione dell'ambiente, non è più possibile. Ciò non significa affatto una rinuncia al proseguimento dei progetti per lo sfruttamento dell'energia idraulica ancora giustificabili nel nostro paese. Perché questo ulteriore modesto ampliamento dell'energia idraulica corrisponde completamente alla nostra esigenza nella diversificazione nelle fonti di energia (tesi 2). Inoltre, evidenziamo la nostra affermazione nella tesi 5, secondo la quale, nella costruzione e nell'esercizio degli impianti di produzione e distribuzione di energia, le società elettriche rispetteranno le norme vigenti in materia di salvaguardia dell'ambiente.

Le nostre riflessioni riportate sopra sono state avvalorate da uno studio recentemente pubblicato dall'*Associazione svizzera di economia delle acque* concernente l'ulteriore ampliamento delle forze idriche svizzere da realizzare fino a fine secolo. Secondo questo studio, «entro il 2000 possono essere prodotti circa 3 miliardi di chilovattora annui (kwh/anno) in più di energia elettrica, generati dalla forza idrica. La metà di questa energia deriverebbe da nuovi impianti idrici, l'altra metà dalla ristrutturazione, rinnovo ed ampliamento di impianti esistenti. Questo apporto all'approvvigionamento del nostro paese corrisponde a circa l'8% della produzione media annua di tutte le centrali idrauliche oggi in esercizio, oppure ad un po' meno della metà di una grande centrale nucleare come Gösgen.» È quindi inconfutabile che questa produzione supplementare – sempreché possa essere realizzata in questa misura – non sarà mai sufficiente a coprire la quota annua di incremento del consumo di corrente in Svizzera fino alla fine del secolo.

Si deve ammettere che nella gestione della valutazione dell'economicità, dal 1975, un elemento è fortemente cambiato: tra le altre cose, anche a causa dei ritardi condizionati da motivi politici nella costruzione delle centrali nucleari, la cui produzione di corrente ha subito rincari non trascurabili, e quale conseguenza dell'aumento costo dei combustibili fossili, che in questo lasso di tempo hanno fatto salire notevolmente anche il livello internazionale dei prezzi dell'energia elettrica. È pertanto cosa naturale che anche gli studi di centrali elettriche che dieci anni fa avevano dato esito negativo perché troppo onerose – quindi dimenticate nei cassetti – oggi riescano a soddisfare i criteri della fattibilità. Un tale ulteriore ampliamento apporta un benvenuto contributo «proveniente dal proprio territorio» per ridurre la lacuna che si verificherà nell'approvvigionamento, ma rimarrà molto modesto. Perciò, alla realizzazione di queste opere, che per la loro esecuzione eb-

bero il consenso generale della popolazione del luogo, come minimo non dovrebbero essere frapposti ostacoli.

Secondo l'opinione dell'economia elettrica esiste un ulteriore aspetto che non deve essere dimenticato, quello cioè del significato economico per la popolazione del luogo, derivante dalla costruzione di una centrale. È noto che il rilascio delle concessioni costituisce una considerevole fonte di introiti, per alcuni comuni l'unica fonte di rilievo, il cui gettito di protrae per molti anni (di regola 80 anni). Parallelamente, la centrale, contribuisce ad incrementare la infrastrutture locali che spesso frenano l'esodo verso la città dalle valli alpine.

L'economia elettrica si pronuncia a favore di questo modesto ampliamento della forza idrica in Svizzera. Esistono sufficienti esempi che indicano come la protezione dell'ambiente e delle bellezze naturali possa contrarre un felice matrimonio con la struttura di una centrale elettrica. A lungo termine, si deve provvedere ad assicurare lo sfruttamento della forza idrica perché questa fonte di energia rigenerabile, indipendente dall'estero e gradita all'ambiente, costituisce il nervo vitale della nostra economia. L'economia è fermamente convinta dell'esistenza di una via conciliante in grado di portare sotto uno stesso denominatore le giuste esigenze della popolazione, quelle della protezione dell'ambiente e delle bellezze naturali e quelle – se pur modesto – del desiderio di ampliamento dell'economia elettrica. Con l'ulteriore ampliamento della forza idrica però, non si possono risolvere i problemi energetici futuri; il nostro paese è perciò dipendente da tutte le fonti di energia, in particolare da quella nucleare.

Comunicato stampa dell'Unione delle Centrali Svizzere di Elettricità (UCS) del 3 settembre 1982.

Standardisierte Turbinen – Grundlage wirtschaftlicher Kleinwasserkraftanlagen

Jürgen Herb

Zusammenfassung

Kleinwasserkraftanlagen leisten nachweislich einen wertvollen Beitrag zur optimalen Nutzung des Primärenergie-trägers Wasser. Sie weisen jedoch in der Regel höhere spezifische Anlagekosten (DM/kW) auf als Wasserkraftwerke grösserer Leistung.

Es wird beschrieben, inwiefern durch Einsatz standardisierter Turbinen die Gesamtkosten einer solchen Anlage beträchtlich gesenkt werden können und sich wirtschaftlich rentable Kleinkraftwerke realisieren lassen.

Ein Überblick über das vielfältige Angebot an standardisierten Turbinen für Kleinkraftwerke mit einer Leistung bis 5000 kW wird gegeben.

Résumé: Turbines standardisées – Élément de base des petites installations de force motrice hydraulique économiques.

Les petites installations de force motrice hydraulique apportent sans doute une précieuse contribution à une utilisation optimale de la source d'énergie primaire: l'eau. En ligne générale, elles entraînent toutefois des frais d'installations supérieurs à ceux des centrales hydro-électriques de plus grande puissance.