Strom auf dem Wege ins zweite Jahrhundert

Autor(en): **Breu, M.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **83 (1992)**

Heft 20

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-902885

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Strom auf dem Wege ins zweite Jahrhundert

M. Breu

Strom kann zwar aus (fast) heiterem Himmel zur Erde blitzen, doch für eine gesicherte Stromversorgung in unserem Alltag braucht es mehr. Seit den Anfängen vor über hundert Jahren hat die Schweiz mit zahlreichen Pionierleistungen eine vorzügliche Infrastruktur aufgebaut. Wie soll es nun weitergehen?

Wir stehen heute in einer Zeit des Umbruchs in Europa. Unser Land ist davon tangiert, fast unabhängig davon, ob wir dem EWR und der EG beitreten. Denn die Schweiz liegt mitten in Europa und ist keine autonome Insel im Weltmeer. Wir werden uns immer im westeuropäischen Durchschnitt bewegen müssen.

Vor hundert Jahren war in der Schweiz ebenfalls eine Zeit des Umbruchs, vielmehr zwar ein Aufbruch, nämlich ins technische Zeitalter. Die Infrastrukturen Telegrafie, Telefon, Wasserversorgung, Gasversorgung und Eisenbahnen bestanden oder waren im Ausbau. Neu begann die rasch wachsende, umfassende Elektrifizierung, was grosse Veränderungen brachte. Es begann ein eigentliches Elektrizitätszeitalter, welches allerdings durch den enormen Anstieg des Benzin- und Heizölverbrauchs nach dem zweiten Weltkrieg überdeckt wurde.

«Vor 100 Jahren wurde vom Strom als Superkraft im täglichen Leben gesprochen. Die Elektrizität wurde auch als die unerschöpfliche, natürliche Energie betrachtet, die die kulturelle Entwicklung des Landes fördere.»

An der internationalen Elektrizitätsausstellung in Frankfurt im Jahre 1891 wurde als Sensation eine Drehstromübertragung über eine Distanz von 175 km demonstriert. Dieses gemeinsame Projekt Deutschland/Schweiz zeigte, dass mechanische Kraft mit Hilfe von Dynamo und Motor über grosse Distanzen übertragbar war und die bisherigen Seilantriebe und gefährlichen Transmissionen elegant ersetzen konnte.

Vor 100 Jahren wurde deshalb vom Strom als Superkraft im täglichen Leben gesprochen. Die Elektrizität wurde auch als die unerschöpfliche, natürliche Energie betrachtet, die auch die kulturelle Entwicklung des Landes fördere. Interessant ist, dass damals anscheinend kein anderes Land der Welt so konsequent und derart rasch die Nutzung der Wasserkraft für die Stromerzeugung aufbaute. Eine gute Voraussetzung war, dass die grossen Flusskorrekturen und Meliorationen schon realisiert waren und dadurch bereits gute Kenntnisse der Hydrologie bestanden. So publizierte der damalige Direktor des Eidgenössischen Hydrometrischen Bureaus (R. Lautenburg) 1891 einen Artikel mit dem Titel: «Die schweizerischen Wasserkräfte eingetheilt in grössere und kleinere Stromsektionen und berechnet nach der durchschnittlichen Wassermenge der Klein- und Mittelwasser-

«Heute gibt es Auseinandersetzungen, ob der Stromverbrauch in der Schweiz stabilisiert werden kann – damals wurde gekämpft, ob die Wasserkraft je für die Beleuchtung aller Gemeinden ausreichen werde.»

Adresse des Autors
Max Breu, Direktor des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE), Bahnhofplatz 3, 8023 Zürich.

Über 100 Jahre Elektrizität für Bahnen

Als eines der ersten Länder überhaupt begann die Schweiz vor rund 100 Jahren mit der Elektrifizierung ihrer Bahnen. Ein Meilenstein war die Einführung des elektrischen Betriebes auf der Gotthardstrecke von Erstfeld nach Bellinzona. Noch heute wird das gesamte Netz der SBB inklusive der meterspurigen Brünigbahn mit demselben Stromsystem mit einer Spannung von 15 kV und 16 2/3 Hz betrieben. Zudem bedienen sich die meisten normalspurigen Privatbahnen und einige Meterspurbahnen der sogenannten «Bahnfrequenz», wobei verschiedene Spannungen zur Anwendung gelangen können. Der Ausbau der SBB durch «Bahn 2000» ist ein weiterer Meilenstein auf dem Weg in die Zukunft. Mit der Neat würde sich eine bedeutende Weiterführung der Entwicklung unseres Schienentransportes anbahnen.

Besinnung auf eigene Energiequelle

Kohle und Erdöl sind in der Schweiz nur in geringen und wirtschaftlich kaum abbauwürdigen Mengen vorhanden. Die ausreichende Versorgung mit fossilen Energieträgern ist daher auf Auslandlieferungen angewiesen, eine Tatsache, die sich besonders in Krisen- und Kriegszeiten unliebsam bemerkbar macht. Andererseits verfügt unser Land über einen natürlichen Reichtum an Wasserkraft, die zur Erzeugung elektrischer Energie genutzt werden kann.

Mit einem Tram fing alles an ...

Schon früh wurden daher Versuche mit elektrischer Traktion unternommen. Bereits 1888 nahm die Strassenbahn Vevey–Montreux–Chillon als erste elektrische Eisenbahn der Schweiz ihren Betrieb auf. Für diese gemischte Tram- und Überlandlinie kamen zu Beginn Motorwagen mit einer bescheidenen Leistung von 11 kW (15 PS) zum Einsatz. Für die rund 10 km lange Strecke genügte, dem damaligen Stand der Elektrotechnik entsprechend, die Einspeisung von 500 Volt Gleichstrom in die Fahrleitung.

Bis zur Jahrhundertwende wurden fast nur Strassen und Überlandbahnen elektrisch ausgeführt oder auf elektrischen Betrieb umgestellt, wobei nahezu überall das Gleichstromsystem mit Spannungen unter 1000 Volt und einpoliger Oberleitung zur Anwendung gelangte. So nahm 1894 zwischen Orbe und Chavornay die erste elektrische Normalspurbahn, ebenfalls mit Gleichstrom betrieben, ihren Dienst auf.

Als erste von Anfang an elektrische Vollbahn Europas erregte die 1899 dem Betrieb übergebene, rund 40 km lange Burgdorf–Thun-Bahn das Interesse der Fachwelt. Aufgrund der Streckenverhältnisse wählte man Drehstrom mit einer Spannung von 750 V und einer Frequenz von 40 Hz, wozu allerdings eine komplizierte, zweipolige Fahrleitung erforderlich war. Dieses System blieb übrigens bis 1933, dem Umstellungsjahr auf Einphasenwechselstrom, bestehen.

Die Studienkommission und ihr Vorschlag

Im Mai 1904 wurde die «Schweizerische Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb» gegründet. Sie hatte verschiedene mit einer Umstellung auf weisse Kohle (Wasserkraft) verbundene Probleme, besonders aber die System- und Kostenfrage zu untersuchen. Neben dem Drehstrom- und dem Gleichstromsystem wurde auch das Einphasenwechselstromsystem einer gründlichen Prüfung unterzogen. Aufgrund der Studien kam sie zum Ergebnis, es sei ein Einphasensystem mit einer Frequenz von rund 15 Hz (das später auf 16 2/3 Hz festgelegt wurde) auf den Normalspurbahnen der Schweiz und im besonderen auf dem Netz der SBB einzuführen.

Versuche als Wegbereiter

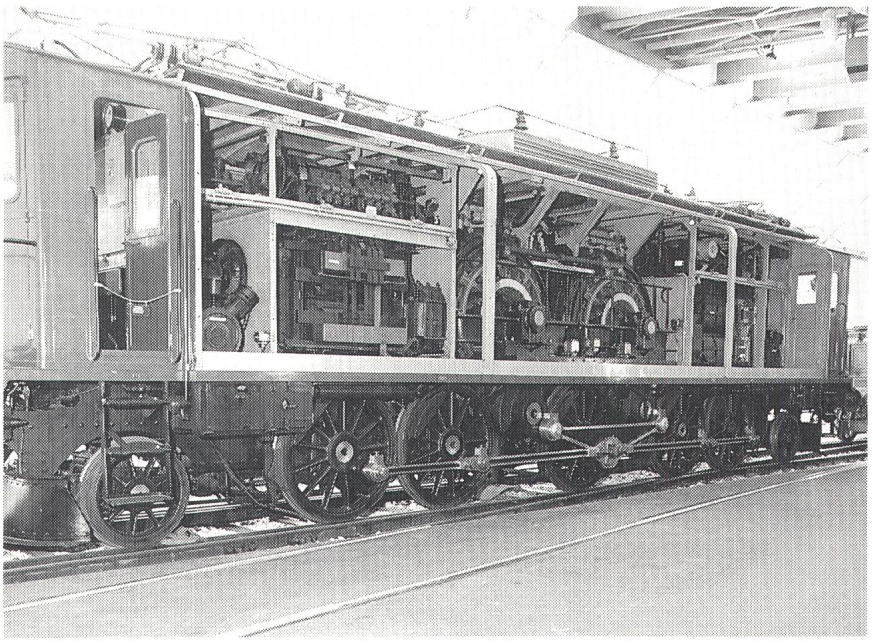
Unter der Leitung von Dr. *Emil Huber-Stockar*, dem damaligen Direktor der Maschinenfabrik Örlikon (heute ABB) wurden in den Jahren 1905 bis 1909 auf Kosten und Risiko des Unternehmens auf der Strecke Seebach–Wettingen Versuche mit einphasigem Wechselstrom hoher Spannung durchgeführt.

Während bei den ersten Versuchen ein einphasiger Wechselstrom von 50 Hz aus dem Industrienetz via Fahrleitung in die Lokomotive «Eva» (eine Ce 4/4) gelangte und über einen rotierenden Umformer in Gleichstrom für die Gleichstromfahrmotoren verwandelt wurde, war die 1905 gebaute Versuchslok «Marianne» von Anfang an mit Wechselstrom-Direktmotoren ausgerichtet. Behn-Eschenburg's Motoren benötigten zur Vermeidung von Kommutierungsschwierigkeiten Strom mit niedriger Frequenz von etwa 15 Hz. Aufgrund der guten Resultate mit der zweiten Versuchslok (ebenfalls eine Maschine vom Typ Ce 4/4) wurde auch die Lok «Eva» auf dieses System umgerüstet. Beide Lokomotiven blieben durch glückliche Umstände erhalten.

Die Probleme der Bahnenergieversorgung wurden schon vor dem Ersten Weltkrieg gründlich studiert. Dabei zeichneten sich zwei grundsätzliche Lösungsmöglichkeiten ab, und zwar in Form bahneigener Stromerzeugung oder im Energieankauf von bestehenden, fremden Elektrizitätswerken. Die Generaldirektion der SBB, entschied sich 1913 dazu, dass die Bundesbahnen ihre Traktionsenergie selbst zu erzeugen hätten.

Der Beschluss wird gefasst

Der endgültige Beschluss über das für die Gotthardlinie zu wählende Stromsystem wurde durch eine öffentliche Diskussionsversammlung vom Dezember 1915 des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes in Bern erleichtert. Zwei Monate nach dieser denkwürdigen Veranstaltung stimmte nämlich der Verwaltungsrat der SBB am 18. Februar 1916 dem Antrag der Generaldirektion für die Einführung des Einphasensystems auf der Linie Erstfeld–Bellinzona mit einer Frequenz von 16 2/3 Hz zu. Mit diesem Entscheid war auch festgelegt worden, dass die beiden ersten grossen Kraftwerke der SBB in Amsteg und Ritom für die direkte Erzeugung von Einphasenenergie mit 16 2/3 Hz zu bauen seien. In der Schweiz besteht seit Inbetriebnahme dieser Werke zu Beginn der 1920er Jahre neben dem allgemeinen Drehstromnetz für 50 Hz auch ein besonderes einphasiges Hochspannungsnetz mit 16 2/3 Hz und Spannungen von 33, 66 und 132 kV der SBB, mit dem die Traktionsenergie im ganzen Land verteilt wird.



Ein Pionierwerk des Schweizer Eisenbahnwesens: Mit einer Leistung von 1840 kW war die elektrische Lokomotive Be5/7 der Bern–Lötschberg–Simplon-Bahn im Jahr 1913 die stärkste der Welt. Sie war noch bis in die sechziger Jahre im Dienst. Jeder der beiden Fahrmotoren würde die volle Leistung von annähernd zwei Sonnenkraftwerken des Typs Mont-Soleil benötigen

Bewährtes hat Dauer

In den vergangenen 70 Jahren hat sich der Entscheid von 1916 als richtig erwiesen. Als eines der wenigen Länder der Welt verfügt die Schweiz über ein fast zu 100% elektrifiziertes, dichtes Eisenbahnnetz von rund 5000 km Länge, von denen etwa 4200 km mit einphasigem Wechselstrom betrieben werden. Auch in Deutschland, Österreich, Schweden und Norwegen hat dieses System Eingang gefunden.

Fahrzeuge und Firmen der in diesem Beitrag beschriebenen Bahnen sind der Nachwelt erhalten geblieben und können als bedeutende industriearchäologische Zeugen im Verkehrshaus der Schweiz studiert werden.

Hans Wismann, Verkehrshaus der Schweiz, Lidostrasse 5, 6006 Luzern

stände». Erstaunlich, dass wir im Vorfeld der Gewässerschutzabstimmungen vom vergangenen Mai nicht nur über Restwassermengen kämpften, sondern nach hundert Jahren noch Auseinandersetzungen über die Kenntnisse der durchschnittlichen Wassermengen hatten.

Heute gibt es Auseinandersetzungen, ob der Stromverbrauch in der Schweiz stabilisiert werden kann – damals wurde gekämpft, ob die Wasserkraft je für die Beleuchtung aller Gemeinden ausreichen werde. Heute beträgt der gesamte Lichtanteil etwa 6% des Stromverbrauchs unseres Landes. Die Wasserkraft reichte also aus. Es wurde auch von unendlich viel Strom aus Wasserkraft gesprochen. Bei der Beratung des Elektrizitätsgesetzes im eidgenössischen Parlament fiel um 1900 das für die damalige Aufbruchszeit typische Votum, dass wir erreichen sollten, dass jeder Tropfen Wasser auf dem Weg ins Tal für die Wohlfahrt der Schweiz zu nutzen sei, und dieses Ziel dürfe man nie vergessen. 90 Jahre später wurde dieses Ziel mit den jetzt gültigen Restwassermengen auf unser heutiges Naturverständnis zurückgenommen.

«Bei der Beratung des Elektrizitätsgesetzes im eidgenössischen Parlament fiel um 1900 das für die damalige Aufbruchszeit typische Votum, dass wir erreichen sollten, dass jeder Tropfen Wasser auf dem Weg ins Tal für die Wohlfahrt der Schweiz zu nutzen sei ...»

Nach den Gründungsjahren kamen für unser Land Jahre mit Stromzuwachsraten von 20 bis 30% pro Jahr, später unter 10%. Dies war ähnlich in ganz Europa. Heute bekommt unsere Branche bei einem Zuwachs von über 2% bereits eine Schelte von Bern. Das gleiche Bern freut sich aber sehr über mehr Hotelübernachtungen, erfolgreiche Industrien, Gewerbe und Dienstleistungen, doch ohne Stromzuwachs sollte es sein. Ein kaum ausgesprochener Grund für diese Inkonsequenz liegt beim Atomstromanteil von 40% und dem noch lange kleinbleibenden Beitrag der neuen Energien.

Die letzten 100 Jahre der Elektrizität – aber auch der Schweiz – im Lichte der Landesausstellungen

Landesausstellung in Zürich 1883:

Vor der Industriehalle war ein Wasserspiel mit einer Beleuchtung durch fünf Bogenlampen, welche um neun Uhr abends eingeschaltet wurden und eine patriotische Stimmung verbreitet haben sollen. Es wird berichtet, die ausgestellten Gleichstrommaschinen hätten den aussichtsreichen Anfang einer leistungsfähigen, schweizerischen Starkstromindustrie gezeigt.

Landesausstellung in Genf 1896, also nur 13 Jahre später:

Bereits wurde eine grosse Menge von neu entwickelten Generatoren und Motoren ausgestellt, welche bei den hydraulisch angetriebenen elektrischen Maschinen eine weltweit führende Rolle bewiesen hätten.

Landesausstellung in Bern 1914:

Die Maschinenhallen sind voll von elektrischen Maschinen und Apparaten der Firmen BBC, MFO, Sulzer, Escher-Wyss, A. Feller, Landis & Gyr, Kabelfabriken usw. Besonderes Interesse weckten die ersten grossen elektrischen Lokomotiven.

Landesausstellung in Zürich 1939:

Für die Darstellung der Elektrizität war dies der Höhepunkt. Einige von Ihnen erinnern sich sicher an die verschiedenen Hallen mit Wasserfall, mit riesigen Originalmaschinen, vielen Modellen und mit eindrucksvollen Höchstspannungsexperimenten.

Elektrizität war unsere weisse Kohle. Im Ausstellungsbuch steht: «Die Sektionen Licht und Anwendungen geben einen Überblick über den Reichtum an Gelegenheiten, die die Elektrizität zum Dienen hat.»

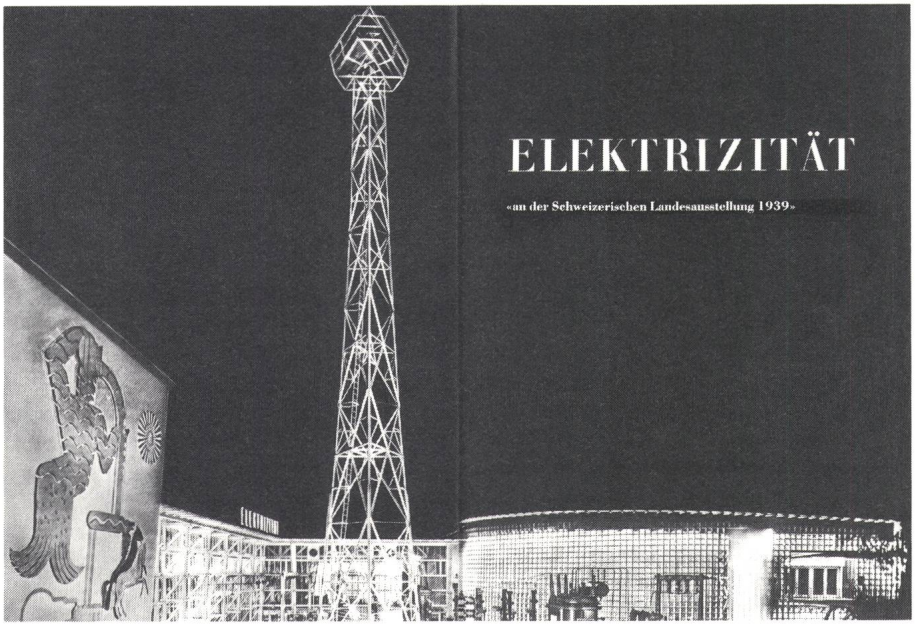
Der Schlusssatz zur Elektrizität lautete: «Es muss uns gelingen, die Vorteile freieren Lebens zu geniessen, unser Leben so einzurichten und die Arbeit so darein einzufügen, dass jeder arbeitswillige Bürger einen Platz finden kann». Das war 1939 gemäss Ausstellungsbuch der Wunsch der Elektrizitätswirtschaft, der leider zurzeit nicht erfüllt wird.

Expo in Lausanne 1964:

Die Elektrizität trat nicht mehr selbständig auf. Die Energieträger schlossen sich zusammen und statt Gebäuden gab es Zelte. Der Schlusskommentar der Gruppe Elektrizität lautete nüchtern, dass die Elektroindustrie und die Elektrizitätswerke an der Expo würdig und erfolgreich vertreten waren.

Landesausstellung 1989 bzw. 1991:

Die CH 91 fand nicht statt und wurde durch dezentrale 700-Jahr-Feiern ersetzt. Der VSE zahlte als einer der wenigen Wirtschaftsvertreter einen namhaften Beitrag, und zwar 1,5 Mio. Franken für die technischen und damit vor allem elektrischen Einrichtungen des nun international berühmt gewordenen Botta-Zeltes.



Der grosse Pavillon «Elektrizität» an der Landesausstellung 1939 in Zürich

Schlussfolgerungen

Unser Land muss sich wieder mehr für eine positive Selbstdarstellung zusammenraufen. Sevilla (Seldwyla) lässt grüssen. Und zweitens ist die Elektrizitätsversorgung bei der Bevölkerung so alltäglich geworden, dass sie nur noch interessiert, wenn sie nicht funktioniert. Das Brennen der Lampe nach dem Drükken des Schalters ist zur vermeintlichen Selbstverständlichkeit geworden.

Einige Gedanken zum Ausblick

Alle modernen Büros, Werkstätten, Freizeitanlagen, Transportbahnen, ja die ganze arbeitsteilige Volkswirtschaft beruhen auf einer ausreichenden, wirtschaftlichen und vor allem auch störungsfreien Stromversorgung. Der Stromverbrauch pro Anwendung wird weiter abnehmen, aber die Anwendungen nehmen unabsehbar zu. Der Bundesrat möchte mit «Energie 2000» den Strombedarf ab dem Jahr 2000 stabilisieren. Dabei folgte der Bundesrat Herrn Goethe, der in etwa sagte: «Wer den ersten Knopf verfehlt, kommt mit dem Zuknöpfen nicht zu Rande.» Die Stabilisierung des Stromes hätte der letzte – der berühmte Kragenknopf – und nicht der erste, von uns aus falsch eingefädelte Knopf sein müssen.

«Der Stromverbrauch pro Anwendung wird weiter abnehmen, aber die Anwendungen nehmen unabsehbar zu.»

Die ersten Knöpfe wären Bevölkerungsentwicklung, Zunahme der Wohnungen, Wirtschaftsentwicklung, Einsparungsmöglichkeiten, Entwicklung in Europa, und daraus hätte sich dann der zukünftige Strombedarf ergeben. Der VSE rechnet bis ins Jahr 2005 immer noch mit einem jährlichen Zuwachs von etwa 2%. Nun wird verhandelt und neu geplant, dass bei dieser Knopfübung keinem der Kragen platzt.

Der technologische Fortschritt mit konsequenter Berücksichtigung der Umweltaspekte findet statt. Wir akzeptieren die Forderung für möglichst hohe ökologische Nachhaltigkeit der Stromversorgung. Die diskutierte CO_2-Abgabe, der Energienutzungsbeschluss, das neue Gewässerschutzgesetz und das Programm «Energie 2000» sind Beweise für den verstärkten Schutz der Natur.

Die Massnahmen müssen aber nicht nur ökologische Nachhaltigkeit erfüllen, sondern auch ökonomisch nachhaltig sein. Dies gilt auch für die rationelle Nutzung des Stromes und die neuen erneuerbaren Energien. Solche Programme müssen sich auch nach Wegfall von Subventionen und Unterstützung im normalen Markt behaupten können. Wegen des bereits hohen technischen Standards scheitern viele gute – und im Ausland erfolgreiche – Programme an dieser notwendigen Forderung. Wir brauchen zur Lösung unserer Stromversorgung Nachhaltigkeit der Massnahmen und Investitionen. Dies bedeutet im allgemeinen viele kleine Schritte in die richtige Richtung.

Der letzte grosse Schritt auf der Produktionsseite war der Aufbau der Kernenergie. Der Anteil an der Stromproduktion wuchs innerhalb von nur 25 Jahren weltweit auf über 15% und in der Schweiz auf 40%. Verantwortungsvoll gebaut und betrieben, kann die Kernenergie die Zukunftsanforderungen voll erfüllen, so dass die jetzige Phase der kleinen Schritte wohl nur eine Zwischenphase sein wird.

«Alle modernen Büros, Werkstätten, Freizeitanlagen, Transportbahnen, ja die ganze arbeitsteilige Volkswirtschaft beruhen auf einer ausreichenden, wirtschaftlichen und vor allem auch störungsfreien Stromversorgung.»

Investitionen in die Stromversorgung werden durch verschiedene Unsicherheiten behindert: Stagnation der Wirtschaft, Strommarkt in Europa, Stabilisierungsziel von «Energie 2000». Dies schränkt die für unsere Branche üblichen Grossinvestitionen ein. Durch das Dickicht von Gesetzen und Vorschriften werden aber auch kleinere, wichtige oder kurzfristig abschreibbare Investitionen endlos verzögert und beliebig verteuert. Ohne besser handhabbare Umweltgesetze und marktwirtschaftliche Instrumente im geplanten Energiegesetz werden auch die Anstrengungen für «Energie 2000» in den Vollzugsstau geraten.

«Die Massnahmen müssen aber nicht nur ökologische Nachhaltigkeit erfüllen, sondern auch ökonomisch nachhaltig sein.»

Zum Schluss will ich noch einmal den Bogen über die letzten 100 Jahre spannen. 1882 war die Eröffnung des Gotthard-Tunnels, eine technische Spitzenleistung weltweit. 110 Jahre später realisieren wir mühsamst «Bahn 2000». Am 27. September können wir aber darüber abstimmen, ob wir mit der Neat doch noch eine Jahrhundert-Tat starten. Vor hundert Jahren waren die Säle an den Hochschulen, aber auch in kleinen Gemeinden überfüllt, wenn über die Zukunft der Elektrizität Vorträge gehalten wurden. Mit Radio und Fernsehen dank Strom ist leider das Zusammenkommen in Sälen rarer geworden. So wird es schwierig sein, in den nächsten Wochen zu erleben, ob wir mit Neat nochmals eine Pionierleistung europäischen Formats aufnehmen werden. Im Hinblick auf Europa wäre für unsere Verkehrs- und Energieinfrastruktur eine Aufbruchstimmung wie vor 100 Jahren oder ein Zusammenstehen für eine starke Schweiz wie 1939 an der Landi erfreulich und notwendig.

Literatur

David Gugerli: The rise of the Swiss Electricity supply Economy. Technology and Culture, June 1992, 25 p.