

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 103 (1985)  
**Heft:** 4

## **Sonstiges**

### **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:** 16.01.2026

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

## Umschau

### Stromverbrauch und Stromproduktion 1983/84

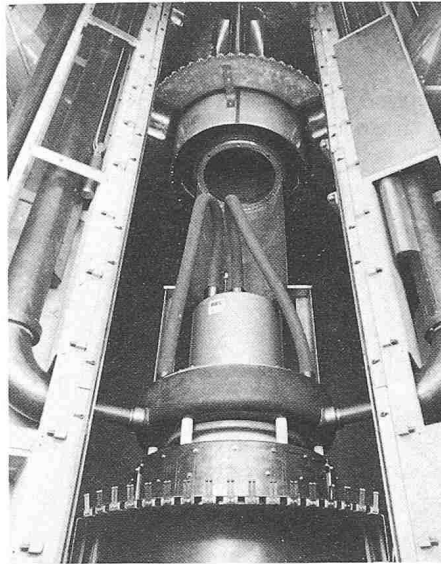
Im abgelaufenen hydrologischen Jahr (Oktober 1983 bis September 1984) stieg der Stromverbrauch der Schweiz von 37,4 Mia kWh um 5,5% auf 39,5 Mia kWh. Damit liegt der Konsumzuwachs um gut 2 Prozentpunkte über den Bedarfsprognosen der Elektrizitätswirtschaft, wie der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) zu den amtlich bekanntgegebenen Zahlen über Stromerzeugung und -verbrauch feststellt. Die ausgeprägte Konsumzunahme ist insbesondere auf das Winterhalbjahr 1983/84 zurückzuführen, das wegen der relativ kühlen Witterung und einer deutlichen Belebung der Wirtschaft mit einer Steigerung von fast 7% abschloss. Die konjunkturelle Erholungsphase dürfte auch der Hauptgrund für die Bedarfssteigerung von 3,8% im abgelaufenen Sommerhalbjahr sein.

Gegenläufig zum Verbrauch entwickelte sich die Netto-Erzeugung von Strom, die während des Berichtsjahres um 10,5% von 51,4 Mia kWh auf 46,0 Mia kWh sank. Diese Entwicklung ist insbesondere eine Folge der gegenüber dem hydrologischen Jahr 1982/83 schlechteren Wasserführung der Flüsse, was sich direkt auf die Stromproduktion der Wasserkraftwerke auswirkte. Zudem mussten im abgelaufenen Sommer aus Gründen der Wintervorsorge die Speicherbecken «geschont» werden, um den im Frühjahr extrem tiefen Füllungsgrad von Ende Mai mit unter 10% auf einen «normalen» Septemberwert von rund 94% zu bringen. Unterstrichen werden diese Bestrebungen auch von der Tatsache, dass die Stromexporte im Sommerhalbjahr 1984 gegenüber der Vorjahresvergleichsperiode um gut 14% abnahmen, die Stromimporte hingegen um 70% zunahmen.

Eine gewisse Entlastung in der Bedarfsdeckung brachte bereits das Kernkraftwerk Leibstadt, das bis Ende September schon ca. 800 Mio kWh ans Netz abgab. Über das ganze hydrologische Jahr betrachtet erzielten die Kernkraftwerke eine Produktionssteigerung von 8%. Mit einer Erzeugung von fast 16 Mia kWh trugen sie (inkl. Leibstadt) gegen 35% zur gesamten Netto-Erzeugung bei; ein Wert, der mit der Aufnahme des kommerziellen Dauerbetriebs des Kernkraftwerkes Leibstadt auf rund 40% ansteigen wird.

### Hochfrequenz-Höchstleistungsverstärker für Fusionsforschung

(BBC) Für das IPP Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching bei München hat BBC Brown Boveri zwei Höchstleistungsverstärker mit einer Ausgangsleistung von je 1,5 MW abgeliefert. Mit diesen Hochfrequenz-Generatoren ist es erstmals möglich, die verlangte Leistung von insgesamt 3 MW im Frequenzbereich von 30 bis 80 MHz abzustrahlen. Die bei der BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden/Schweiz, hergestellten Verstärker werden zur Aufheizung des Plasmas im Rahmen der



Asdex- und Wendelstein VII-Experimente eingesetzt. Diese auf die kontrollierte Kernfusion hinzielenden Versuche sollen ab Mitte/Ende 1984 beginnen. Die Aufheizung des Plasmas bis auf rund 100 Millionen Grad Celsius ist die Voraussetzung für die angestrebte Zündung in einem späteren Reaktor. Eine der heute angewendeten Heizmethoden ist die Ionen-Cyclotron-Resonanz-Heizung (ICRH) mit Hochfrequenz. Die von BBC Brown Boveri hergestellten Generatoren ermöglichen es dem Anwender, mit vielen unterschiedlichen Arbeitsfrequenzen experimentieren zu können, da sie über einen ausgesprochen weiten Frequenzbereich von 30 bis 115 MHz kontinuierlich abstimmbare sind. Somit steht erstmals ein Universalinstrument auch für allgemeine Anwendungen bei anderen Heizexperimenten mit Ionen-Cyclotron-Resonanz zur Verfügung.

Das Konstruktionskonzept basiert auf den Erfahrungen aus dem Bau vollautomatischer Rundfunksender. Die volle Ausgangsleistung von 1,5 MW pro Einheit wird bis zu 80 MHz bereitgehalten. Der bei höheren Frequenzen vereinbarte Leistungsabfall (0,8 MW bei 100 MHz) zeigte sich geringer als erwartet. Die bei 100 MHz erreichten Werte übertreffen die vereinbarte Leistung um mehr als 10 Prozent.

### Verbessertes Produktionsverfahren für Mikrochips

(dpa). Amerikanische Wissenschaftler haben ein neues Verfahren entwickelt, mit dem sich die Ausschussrate bei der Herstellung von Mikrochips, bislang bis zu 30 Prozent, deutlich verringern lässt. Bei der herkömmlichen Fertigung wird ein mehrere m<sup>2</sup> grosses Modell der Leitungszüge und Schaltkreise entworfen, photographisch stark verkleinert und auf ein Siliziumplättchen projiziert, das mit einer lichtempfindlichen, elektrisch leitfähigen Schicht versehen ist. Während des Belichtungsprozesses ändern die belichteten Partien der Beschichtung ihre chemischen Eigenschaften. Wird dann das Siliziumplättchen in eine Entwicklerlösung getaucht, gehen die nicht benötigten Teile der Beschichtung in Lösung. Übrig bleibt ein mikroskopisch kleines Abbild des am Reißbrett entworfenen Leitungsgeflechts. Dieses «nasse» Verfahren hat den Nachteil, dass die

feinen Leiterbahnen gelegentlich von der Entwicklerlösung chemisch angegriffen werden.

Mit einem neuen Beschichtungsmaterial lassen sich die Siliziumplättchen «trocken» entwickeln. Es handelt sich um eine Substanz auf der Basis von Polysilan, die sich bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht rückstandslos in Gase zersetzt. Eine Beschädigung der nicht belichteten Partien ist somit praktisch ausgeschlossen. Ausserdem kann auf die sonst erforderliche Dunkelkammerprozedur verzichtet und bei Tageslicht gearbeitet werden.

Bei Chips der neuesten Generation liegt die Dicke der Leiterbahnen bereits in Dimensionen, die der Wellenlänge des sichtbaren Lichts entsprechen, so dass eine weitere Verkleinerung an den Grenzen des physikalischen Möglichen stösst.

Eine weitere Steigerung der Integrationsdichte ist – theoretisch – durch die Verwendung der noch kürzerwelligen Röntgenstrahlen möglich. Diese bereiten jedoch insofern Probleme, als sie sich nicht durch optische Linsen ablenken lassen und somit noch ein geeignetes Verkleinerungsverfahren für die Schaltungsvorlagen gefunden werden muss.

### Pflanzen-Genbank auf Spitzbergen

(dpa). Samen von allen nordischen Landwirtschafts- und Garten-Nutzpflanzen werden hinter einem Stahltor in einem Grubengang auf der Insel Spitzbergen aufbewahrt, berichtete die DDR-Nachrichtagentur ADN. Auf dieser zu Norwegen gehörenden Eismeerinsel herrscht konstanter Frost, und in der Grube beträgt die Temperatur durchweg minus 3,8 Grad Celsius. Die aufbewahrten Samen sollen den Grundstock einer Genbank für kommende Generationen bilden. Es gibt eine solche bereits in Lund (Schweden), dort wird der Samen jedoch in einem Gefrierlager aufbewahrt, das von der Stromversorgung abhängig ist.

### Radon-Messungen in Wohnhäusern

Vom Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK) wurde jetzt zusammen mit dem Bundesgesundheitsamt durchgeführte umfassende Untersuchung der Radonkonzentration in rund 6000 deutschen Wohnhäusern abgeschlossen. Dabei zeigte sich, dass die Strahlenbelastung der Bewohner allein durch das aus natürlichen Quellen stammende radioaktive Edelgas im Mittel eine effektive Äquivalentdosis von rund 120 Millirem bewirkt, also etwa gleich gross ist wie die natürliche Strahlenbelastung aus allen anderen Quellen mit rund 100 Millirem. Im Extremfall wurden radonbedingte Strahlenbelastungen in den untersuchten Wohnungen bis zu 3600 Millirem gemessen. Damit bestätigte sich die Vermutung, dass die natürliche Strahlenbelastung wesentlich höher ist als bisher angenommen und durch mangelnde Lüftung in Wohnräumen erheblich verstärkt werden kann.

Die gesamte natürliche Strahlenbelastung des Menschen hat in der Bundesrepublik Deutschland folgende Quellen und mittlere Anteile: 30 Millirem pro Jahr durch kosmische Strahlung, 50 Millirem pro Jahr durch terrestrische Strahlung und etwa 140 Milli-

rem durch im Körper aufgenommene Radionuklide, wie z. B. Kalium 40, Kohlenstoff 14 und Radon mit seinen Folgeprodukten. Diese Strahlenbelastung wird als sogenannte effektive Äquivalentdosis angegeben, die einen aus den gewichteten Risikobeiträgen der einzelnen bestrahlten Organe und Körperteile aufsummierten Wert darstellt.

Das Edelgas Radon, das für die Inhalationsdosis massgebend ist, entsteht durch Zerfall des natürlich vorhandenen Urans und Thoriums. Seine Isotope mit den Massenzahlen 222, 220 und 219 haben Halbwertszeiten von 3,8 Tagen, 56 Sekunden und 4 Sekunden. Die Radonkonzentration in Wohnhäusern stammt im wesentlichen aus dem Untergrund über Diffusionsprozesse, aber auch aus den verwendeten Baumaterialien und steigt mit abnehmender Raumbelüftung an. In den untersuchten und über die Bundesrepublik Deutschland repräsentativ verteilten rund 6000 Wohnungen beträgt der Mittelwert der Radonkonzentration etwa  $11 \times 10^{-10}$  Curie pro Kubikmeter. Dieser Mittelwert ist nur geringfügigen regionalen Schwankungen unterworfen. Auch ist der Einfluss der Baumaterialien von geringerer Bedeutung als die Bauweise der Häuser. Ungünstiger sind beispielsweise ältere Häuser in Fachwerkbauweise mit Naturstein- und Naturbodenkeller, die eine grössere Anreicherung des Radons im Haus als bei moderner Bauweise mit Bodenplatte und Feuchtigkeitssperre ermöglichen. Unterschiedlich dichte Fensterkonstruktionen ergeben keine wesentlichen statistischen Unterschiede. Von besonderer Bedeutung sind jedoch offenbar die Lüftungsgewohnheiten der Bewohner, auf die die festgestellten erheblichen Unterschiede der gemessenen Radonkonzentrationen zurückzuführen sind.

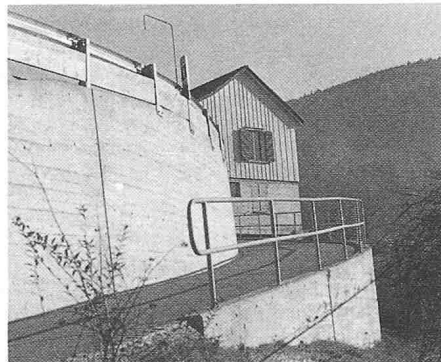
Aus den gemessenen Radonkonzentrationen lässt sich über die derzeit international verwendeten Umrechnungsvorschriften die effektive Äquivalentdosis für die Bewohner berechnen. Unter der üblichen Annahme 80%iger Aufenthaltsdauer in Wohnräumen ergibt sich eine mittlere effektive Äquivalentdosis von 120 Millirem pro Jahr, also etwa der gleiche Wert, wie er bisher für die gesamte natürliche Strahlenbelastung angenommen wurde. Dadurch erhöht sich der Mittelwert der natürlichen Strahlenbelastung unter Berücksichtigung dieser zivilisatorischen Einflüsse von den bisher üblichen rund 100 Millirem auf 220 Millirem. Im Extremfall kommt es jedoch auch zu erheblich höheren Dosiswerten, so bei den höchsten gemessenen Radonkonzentrationen bis zu 3600 Millirem pro Jahr.

Besonders ungünstig ist offenbar der luxuriöse Nostalgetrip: Ein altes Fachwerkhäus – z. B. im bayrischen Wald –, umgerüstet auf energiesparende Isolierung und Verglasung bei mangelnder Luftzufuhr. Bemerkenswert ist auch, dass nach den Empfehlungen der internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP, International Commission on Radiological Protection) aus der jetzigen Erhebung statistisch hochgerechnet rund 60 000 der bundesdeutschen Wohnungen über den tolerierbaren Grenzwerten der Radonkonzentration liegen und daraufhin untersucht werden sollten, ob durch wirtschaftlich vertretbare Massnahmen die Strahlenexposition der Bewohner verringert werden könnte.

## Forta-Fibre-Kunststofffasern als Schwindrissbewehrung

Korrodierende Schwindrissbewehrungen sind immer häufiger die Ursache von sehr kostspieligen Sanierungsarbeiten. Durch die Beigabe von speziell für den Betonbau entwickelten Kunststofffasern (split-fibre) kann auf eine Schwindbewehrung verzichtet werden. Man erreicht dadurch drei ganz entscheidende Verbesserungen:

- Der Beton wird beim Einbringen nicht entmisch.
- Da weniger oder kein Stahl das Einbringen behindert, kann mit einem tiefen Wasser-Zementfaktor gearbeitet werden.

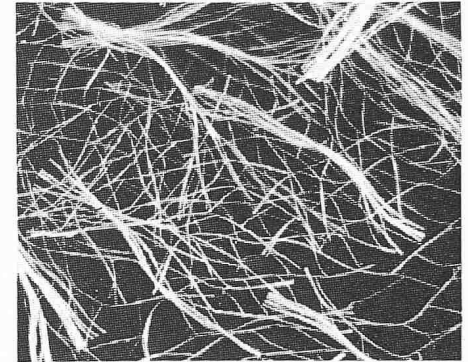


Stützmauer an der Wasserfluhstrasse im Toggenburg. Die Schwindrissbewehrung ist vollständig durch Kunststoff-Fasern (vgl. Bild rechts, split-fibre) ersetzt

□ Durch die Strukturverbesserung wird der Beton wesentlich elastischer, er reisst wesentlich weniger bei kleinen Zugbeanspruchungen und hat eine höhere Wasserdichtigkeit.

In zahlreichen Fällen ist die Verwendung von Forta-Fibre billiger, genügt es doch, 10–15 kg der aufwendigen Schwindarmierung pro m<sup>3</sup> Beton durch diese Kunststoffasern zu ersetzen.

Adresse des Verfassers: T. Steiner, Salmsacherstr. 9, 8590 Romanshorn



## Nekrologe

### Professor Felix Richard zum Gedenken

Vor knapp einem Jahr berichtete der «Schweizer Ingenieur und Architekt» (H. 7/84, S. 116) über den Rücktritt von Prof. Felix Richard von seiner erfolgreichen Lehr- und Forschungstätigkeit über Bodenphysik an der ETH.

Nun wurde der unermüdliche Schaffer – erst 69jährig – nach kurzer, schwerer Krankheit erlöst. Eine grosse Trauergemeinde hat von ihm Abschied genommen.

Der diplomierte Forstingenieur und frischgebackene Doktor der ETH konnte sich die neuartigen bodenphysikalischen Untersuchungsmethoden von 1949 bis 1951 in den USA aneignen. In die Schweiz zurückgekehrt, hat F. Richard als Leiter der bodenkundlichen Sektion der forstlichen Versuchsanstalt die Untersuchungstechniken weiterentwickelt und gleichzeitig zahlreiche Böden in der Schweiz erforscht.

Von der forstlichen Versuchsanstalt führte sein Werdegang nach Lehraufträgen über Bodenphysik und bodenkundlich-pflanzensoziologischen Übungen 1967 an die ETH Zürich, wo ihm die neu geschaffene Professur für Bodenphysik übertragen wurde.

Die gute akademische Ausbildung war ihm ein besonderes Anliegen. Seine Lehrtätigkeit fiel in die Zeit der Bewegung und Infragestellung, doch liess er sich in seiner Auffassung nicht beirren. Die Aufgabe der Hochschule war für ihn klar: Verpflichtung gegenüber den Studenten und gegenüber der wissenschaftlichen Erkenntnis.

Felix Richard ist einer der Promotoren der bodenphysikalischen Forschung in der Schweiz. Durch seine wissenschaftlichen Ar-

beiten und seine unermüdliche Aufklärungstätigkeit wurden die komplexen Zusammenhänge zwischen Boden, Luft- und Wasserhaushalt einerseits und dem pflanzlichen Wachstum andererseits untersucht und bekanntgemacht. Die Kenntnis dieser Vorgänge ist besonders wichtig für die Waldbewirtschaftung, denn sie ist auf natürliche Böden angewiesen, weil Bodenbearbeitung wie Acherung oder Düngung nicht in Frage kommt. Die naturgemässe Bewirtschaftung muss den Einflüssen auf das Wachstum der Pflanzen grosse Beachtung schenken.

Seine Arbeiten und die seiner Doktoranden und Mitarbeiter waren neben der Abklärung grundsätzlicher Fragen stets auch praxisbezogen. Die pflanzensoziologisch bodenkundlichen Exkursionen mit den Studenten zeigten in Natura das komplexe Gefüge Boden-Pflanze. Ökologie, so doziert, bildet die beste Einführung in das Leben der Pflanzenwelt.

Die Zusammenhänge zwischen Boden und Vegetation können nicht nur beschreibend wiedergegeben werden. Sie auch quantitativ zu erfassen, war ein Anliegen von Felix Richard. Experimentelle Untersuchungen im Feld und Modellversuche im Labor erlaubten die numerische Ermittlung der Beziehungen. Dies erfordert experimentelles Geschick, gute physikalische und mathematische Kenntnisse, aber auch viel Ausdauer und zähen Willen.

Voraussetzung für ein Tätigkeitsfeld im Grenzbereich von Biologie, Physik und Chemie ist die Bereitschaft, eigene Fachgrenzen zu überschreiten und insbesondere mit anderen Ingenieuren (Kulturtechnik, Hydraulik, Wasserbau) zusammenzuarbeiten. Dank seinem Naturreich fand Felix Richard rasch Kontakte, und es kam zu fruchtbarem Zusammenwirken verschiedenster Fachleute.

Eine grosse Zahl fachlicher Veröffentlichun-