Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 72 (1981)

Heft: 22

Rubrik: Diverse Informationen = Informations diverses

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: 12.07.2025

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

arbeiterinnen und Mitarbeiter künftig auch bei der SUVA oder bei einer anderen Versicherung obligatorisch gegen Unfälle und Berufskrankheiten versichern lassen wollen.

– Das neue Gesetz übernimmt die Finanzierungsverfahren und die Prämienordnung des KUVG. Inskünftig sind aber Nettoprämien in Rechnung zu stellen, zu welchen Zuschläge für die Verwaltungskosten und für die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten hinzukommen. Die Teuerungszulagen müssen aus den Zinsüberschüssen bezahlt werden, die der Versicherer aus dem für die Rentner bereitgestellten und zinstragend angelegten Rentendeckungskapital bezieht; reichen die Zinsüberschüsse dafür nicht aus, so ist für den fehlenden Betrag ein Zuschlag zu den Nettoprämien zu erheben (Ausgabenumlageverfahren).

– Und schliesslich ordnet das UVG die Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten neu. Es schafft die Grundlage für eine gezielte, koordinierte, geführte und wirksame Tätigkeit aller sich schon heute mit der Arbeitssicherheit befassenden Organe. Es sind dies die SUVA, die kantonalen und eidgenössischen Durchführungsorgane des Arbeitsgesetzes und andere, mit besonderen Aufgaben betraute Fachinspektorate. Eine eidgenössische Koordinationskommission soll darüber wachen, dass die bundesrechtlichen Vorschriften zur Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten in den Betrieben einheitlich angewendet werden, dass die genannten Durchführungsorgane ihre Tätigkeit koordinieren und ihre Mittel wirksam einsetzen. *SUVA*

de la LAA, choisir entre deux solutions: faire assurer par la CNA leur personnel qui ne l'est pas encore ou confier à un autre organisme l'assurance obligatoire dudit personnel.

– La nouvelle loi reprend le système financier et la réglementation des primes qui étaient ceux de la LAMA. Mais, dorénavant, on facturera des primes nettes auxquelles s'ajouteront les suppléments destinés à couvrir les frais d'administration ainsi que la prévention des accidents et des maladies professionnelles. Quant aux allocations de renchérissement, elles devront être payées sur les excédents d'intérêt que l'assureur perçoit sur les réserves mathématiques prévues pour les rentiers et placées précisément de façon à produire des intérêts. Si les excédents d'intérêt ne suffisent pas, il faudra prélever un supplément correspondant aux sommes manquantes (système de répartition des dépenses).

– Enfin, la nouvelle loi réglemente la prévention des accidents et maladies professionnelles. Elle crée la base permettant une action concertée et efficace de tous les organismes qui, à l'heure qu'il est, s'occupent déjà de la sécurité au travail. Il s'agit en l'occurrence de la CNA, des organes d'exécution de la loi sur le travail et d'inspectorats techniques chargés de tâches spéciales. Une commission fédérale de coordination veillera à ce que les prescriptions de droit fédéral concernant la prévention des accidents et maladies professionnelles soient appliquées uniformément dans les entreprises et à ce que les organes d'exécution déjà cités puissent coordonner leurs activités et intervenir d'une façon judicieuse.

Ces quelques remarques démontrent que la LAA apportera un sang nouveau dans bien des domaines. Nous ne manquerons pas de vous tenir au courant. Actuellement, les dispositions d'exécution du Conseil fédéral font encore défaut. Mais des commissions d'experts sont à l'œuvre en ce moment et elles auront bientôt terminé leur travail. Quand ce sera chose faite, nous reviendrons plus en détail sur les innovations de la LAA. *CNA*

Diverse Informationen – Informations diverses

VSE UCS

Verwendung alternativer Energien – heute und im Jahre 2000

wf. Heute beträgt der weltweite *Verbrauch neuer und erneuerbarer Energiequellen* schätzungsweise 14000 Mrd. Kilowattstunden (kWh) pro Jahr. In den kommenden zwei Dezennien wird er auf zwischen 30000 Mrd. kWh und 50000 Mrd. kWh *steigen*. Gegenwärtig verbraucht die Menschheit beispielsweise 2 bis 3 Mrd. kWh *Sonnenenergie*, im Jahre 2000 werden es möglicherweise 2000 bis 5000 Mrd. kWh sein. Die Ausnutzung des *Windes als Energiequelle* könnte eine Steigerung von heute 2 Mrd. kWh auf zwischen 1000 und 5000 Mrd. kWh erfahren. Aus der *Meereswärme* – sie hat als Energieträger noch überhaupt keine Bedeutung – werden wir in 20 Jahren 1000 Mrd. kWh verbrauchen können. Wie eine Untersuchung der Vereinten Nationen weiter zeigt, beträgt der weltweite Konsum von *Biomasse* als Grundlage der Energiegewinnung gegenwärtig zwischen 550 und 700 Mrd. kWh pro Jahr, derjenige von *Brennholz* zwischen 10000 und 12000 Mrd. kWh und derjenige von *Holzkohle* 1000 Mrd. kWh. Die entsprechenden Zahlen für das Jahr 2000 lauten bei der Biomasse 2000 bis 5000 Mrd. kWh, beim Brennholz 15000 bis 20000 Mrd. kWh und bei der Holzkohle 2000 bis 5000 Mrd. kWh. Der Verbrauch von *Wasserkraft* dürfte sich nach diesen Projektionen bis zum Ende des 20. Jahrhunderts von gegenwärtig 1500 Mrd. kWh auf 3000 Mrd. kWh verdoppeln.

Kraftwerk-Kühltürme und ihre Alternativen

Keine Kühltechnik ist ohne Nachteile für die Umwelt

Der nebelspeiende Kühlturm ist nachgerade zum abschreckenden Symbol für Kernkraftwerke geworden – und ein gewichtiger Stein des Anstosses im Seilziehen um künftige Schweizer Atomstromfabriken. In dieser Auseinandersetzung sind zwei Tatsachen beinahe untergegangen: Erstens, dass Kohle- und Gaskraftwerke ebenfalls eine aufwendige Kühlung brauchen. Und zweitens, dass es auch andere Möglichkeiten der Kraftwerkkühlung gibt als die anrüchigen Nasskühltürme. Allerdings müssen bei jedem Verfahren Pluspunkte für den Umweltschutz mit technischen und finanziellen Nachteilen erkauft werden.

Wozu braucht ein Kraftwerk Kühlung?

Dampfmaschinen gab es schon lange vor James Watt. Um jedoch den Dampf abzukühlen, damit er sich im Zylinder zusammenzog und den Kolben zurückholte, musste dieser Zylinder von aussen mit kaltem Wasser besprüht werden. Watts epochemachende Erfindung aus dem Jahre 1765 bestand darin, neben dem Zylinder eine wasserumspülte Kammer einzubauen; über ein Ventil konnte der Dampf dorthin strömen und sich bis zur Verflüssigung abkühlen – kondensieren. Der «Kondensator» war geboren und der Brennstoffverbrauch auf ein Viertel verringert. Auch bei den modernen Kraftwerk-Dampfturbinen spielt der Kondensator eine ähnliche Rolle; er verhilft ihnen zu annähernd 50 Prozent mehr Leistung. Daher haben alle Dampfkraftwerke (dazu gehören sowohl Kern- wie Kohle-, Öl- und Gaskraftwerke) einen Kondensator; gekühlt wird er am wirksamsten mit Wasser. Das ist nun die Kraftwerkkühlung, welche die Abwärme, die vom Dampf beim Kondensieren abgegebene Wärme, abführt. Sie beträgt ungefähr zwei Drittel der zur Dampferzeugung aufgewendeten Energie. Ohne Kondensator wären es noch mehr. Das Kühlwasser wird durch Kupfer- oder Messingrohre gepumpt, die waagrecht durch einen Kessel laufen. Der Dampf strömt aus der Turbine von oben her in den Kessel und kondensiert an den Rohren. Dadurch entsteht im Kondensator Unterdruck, der einen zusätzlichen Dampfsog in der Turbine und damit die Mehrleistung bewirkt. Je tiefer die Temperatur des Kühlwassers, desto grösser Saugwirkung und Leistung.

Der Kühlturmentscheid

Als Zahl und Leistung der Dampfkraftwerke noch klein waren, bereitete die Kühlung kein Kopfzerbrechen. Man baute das Werk an einen Fluss, entnahm daraus das Kühlwasser und leitete es – um zehn bis zwanzig Grad erwärmt – wieder dorthin zurück (Fig. 1a). So

geschehen bei den ersten Schweizer Kernkraftwerken der 300-Megawatt-Klasse, Beznau I und II sowie Mühleberg, die an der Aare errichtet und um 1970 in Betrieb genommen wurden. Die weiteren Kraftwerke sollten jedoch ein Mehrfaches an Leistung haben, was erhebliche Kühlwassermengen verlangte. Beispielsweise benötigt ein Kernkraftwerk der 1000-Megawatt-Klasse (wie Gösgen, Leibstadt und die danach geplanten) je Sekunde rund 30 m³, oder 120000 m³ in der Stunde. Soviel Wasser aus Aare und Rhein zu pumpen ist zwar noch kein Problem, wohl aber die nachfolgende Erwärmung der Flüsse. Denn deren chemische Verschmutzung war mittlerweile so weit «fortgeschritten», dass sie umzukippen drohten. Aus diesem Grunde traf der Bundesrat 1971 den sogenannten Kühlturmentscheid: Die nächsten Kernkraftwerke an Aare und Rhein mussten mit anderen Kühlsystemen als der Flusswasserkühlung ausgestattet werden. Der Entscheid wurde 1972 von der Ministerkonferenz der Rheinanliegerstaaten in Den Haag für den Rhein bekräftigt.

Der populäre Zusatz «Kühlturm» zum Entscheid ist zwar insofern berechtigt, als in der Folge nur noch Naturzug-Nasskühltürme gebaut und geplant wurden (Fig. 1b). Die Formulierung «andere Kühlsysteme» umschliesst aber auch technische Lösungen wie Trockenkühltürme oder -zellen (Fig. 1c). Nasse und trockene Verfahren, Turm und Zelle fassen Fachleute unter dem Begriff «atmosphärische Kühlung» zusammen, weil die Abwärme eben nicht an ein Gewässer, sondern an die Luft abgegeben wird.

Die nassen Varianten

Bei der Nasskühlung fällt das warme, vom Kondensator kommende Kühlwasser aus einer riesigen Duschrosette gegen einen Luftstrom. Infolge der Berührung mit der Luft verdunstet ein geringer Teil des Wassers; die dazu benötigte Wärme entzieht er dem übrigen Wasser, so dass dieses sich abkühlt (und wieder in den Kondensator fliesst). Den Gegenluftstrom kann man erzeugen, indem man die

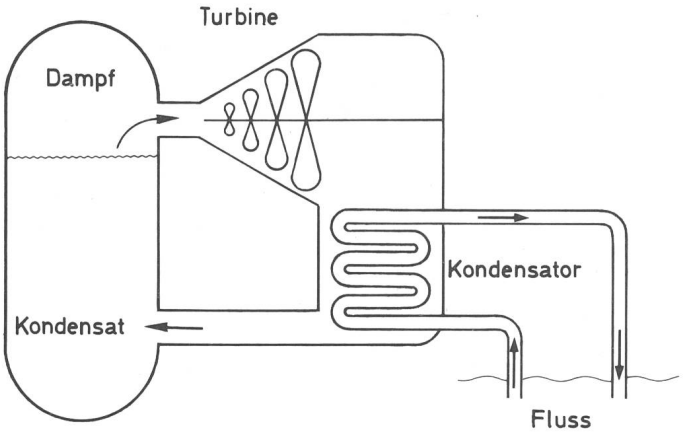

Fig. 1a **Fluss- oder Frischwasserkühlung**
Kennzeichen: Höchster Kraftwerkwirkungsgrad, geringste Kosten, Erwarmung des Gewässers.

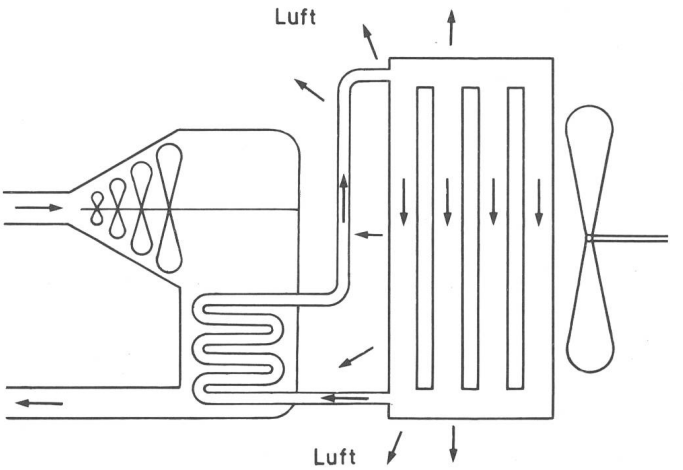

Fig. 1c **Trockenkühlung**
Das Kühlwasser fliesst – wie beim Automotor – durch einen Kühler, durch den kühlende Luft mittels Naturzug-Kühlturm oder Zwangsbelüftung geblasen wird.
Kennzeichen: Geringster Wirkungsgrad, höchste Kosten, Trockenkühlturm viel grösser als Nasskühlturm.

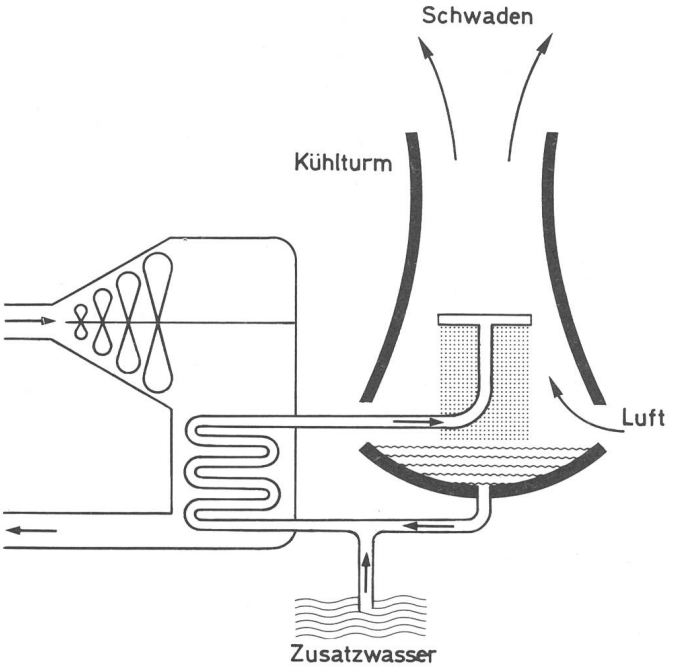

Fig. 1b **Nasskühlung**
Rund 2% des Kühlwassers verdunsten und werden durch Zusatzwasser ersetzt. Der Luftstrom wird in einem Kühlturm («Naturzug)» oder durch Ventilatoren («Zwangsbelüftung») erzeugt.
Kennzeichen: Geringerer Wirkungsgrad und teurer als Flusskühlung, Bildung von Nebelschwaden.

Brause im Innern eines Turms anordnet, der hoch genug ist, um dank dem Temperaturunterschied zwischen unten und oben als Kamin zu wirken – die Luft steigt darin im «Naturzug» auf. Allerdings wird sie vom verdunsteten Wasser mit Wasserdampf gesättigt. Trifft sie über dem Turm auf kältere Luftschichten, so gibt sie Feuchtigkeit in Form kleiner Wassertröpfchen ab, es entsteht ein Nebelschwaden. Um genügend Naturzug anzufachen, muss ein Turm wenigstens 60 Meter hoch sein. Beim Kernkraftwerk Gösgen besorgt ein Turm von 150 m Höhe (und 117 m Durchmesser an der Sohle) die Kühlung (bei zwei Türmen müsste jeder 110 m hoch sein). Aus dem Turbinenkondensator kommen jede Sekunde 31,6 m³ Kühlwasser mit einer Temperatur von 36 Grad Celsius. Es kühlt sich beim Fall aus 13 Metern Höhe (im unteren Teil des Turms) um 14 Grad ab, dabei verdunsten ungefähr 0,5 m³ und müssen aus dem Fluss ersetzt werden. Die Reinigung dieses «Zusatzwassers» ergibt täglich 10 bis 20 Tonnen Kalkschlamm (den eine Zementfabrik verarbeitet).

Es braucht kein Turm zu sein, um den Luftstrom zu bewirken. Wird er von einem Ventilator hervorgerufen, spricht man von Zwangsbelüftung. Eine Batterie von Kühlzellen mit Duschen und Ventilatoren erzielt, je etwa 20 Meter hoch, dieselbe Kühlwirkung wie der Turm. An die Stelle des Kühlturmschwadens tritt dann freilich eine Nebelwand, und zum Geräusch fallenden Wassers (wie auch im Turm) kommt der Lärm der Ventilatoren (deren Antrieb ein bis zwei Prozent der Kraftwerkleistung schluckt).

Die trockenen Verfahren

Die trockene Kraftwerkkühlung bedient sich eines geschlossenen Kühlers wie der Automotor; das Kondensatorkühlwasser fliesst durch Metallrohre, welche der Kühlluft ausgesetzt werden. Für fri-

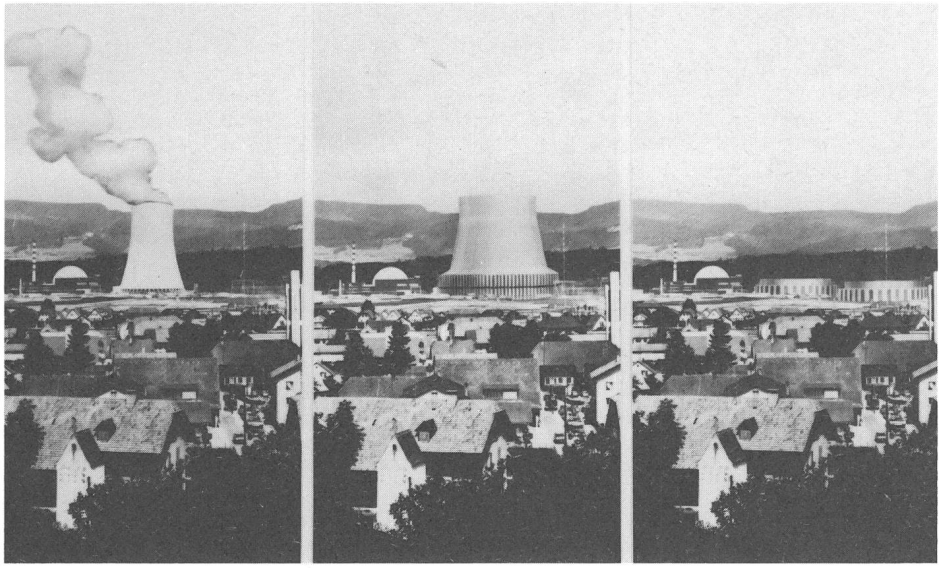

Fig. 2

Die drei Hauptvarianten der atmosphärischen Kraftwerkkühlung, veranschaulicht am Beispiel des Kernkraftwerks Gösgen

Von links: Der bestehende Naturzug-Nasskühlturm; Photomontage mit gleichwertigem Naturzug-Trockenkühlturm; Photomontage mit zwei Trockenkühlern mit Zwangsbelüftung

(Photo und Montagen EIR)

schen Luftzug sorgt entweder ein Naturzug-Turm oder eine zwangsbelüftete Zelle. Mit einem bedeutenden Unterschied gegenüber der Nasskühlung: es ist viermal soviel Luft nötig, um dieselbe Abkühlung zu erzielen. Daher muss ein Trockenkühlturm bei gleicher Höhe doppelt so dick sein (d.h. die vierfache Grundfläche haben) wie ein Nasskühlturm. Das macht ihn auch doppelt so teuer, wodurch die Stromgestehungskosten – laut Berechnung des Eidg. Instituts für Reaktorforschung – um vier Prozent erhöht würden. Dafür kennt ein Trockenkühlturm weder Schwaden noch Geräusche. Trockenkühlzellen wären noch etwas teurer und in grösserer Anzahl (mit entsprechendem Flächenbedarf und Energieverbrauch) nötig, um einen Turm zu ersetzen. Der Ventilatorlärm könnte mit Erdwällen und Bepflanzungen von Wohngebieten ferngehalten werden.

Quadratur des Kreises

Türme und Zellen mit Nasskühlung sind seit sieben Jahrzehnten in aller Welt erprobt. Über die Trockenkühlung liegen weit weniger Erfahrungen vor, aber auch sie stellt keine unüberwindlichen technischen Hürden. Doch wo das eine Verfahren gegenüber einem anderen Vorteil bietet, tun sich zugleich Nachteile auf – was optisch am wenigsten stört, verursacht akustische Probleme, ist teuer und vermindert den Wirkungsgrad. Die wirkungsvollste und zugleich billigste Methode, die Flusskühlung, darf nicht sein. Hier einen für alle Betroffenen annehmbaren Kompromiss zu finden ähnelt der Quadratur des Kreises. Jüngst ist allerdings ein Silberstreifen am Kühlhorizont aufgetaucht: Das Bundesamt für Energiewirtschaft stellt in seinem «Lagebericht über die Auswirkung der Kühlung thermischer Kraftwerke auf die Gewässer» vom Mai 1981 fest, dass sich die chemische Belastung von Aare und Rhein seit dem Kühlturmentscheid im Jahre 1971 verbessert habe und in Zukunft keine erneute Verschlechterung zu erwarten sei. Das Amt empfiehlt daher, bei neuen Kraftwerken die gemischte Kühlung zuzulassen, d.h. eine Kombination von Flusskühlung und atmosphärischer Kühlung. Die meiste Zeit des Jahres könnte dann mit Flusswasser gekühlt werden, und nur bei Niedrigwasser müssten Zellen oder ein kleiner Turm einen Teil der Kühlung übernehmen.

Im übrigen würde Fernheizung aus einem Dampfkraftwerk keinen Kühlaufwand sparen. Da im Sommer nur wenig Fernwärme benötigt wird, müsste das Kühlsystem ebenso leistungsfähig sein wie ohne Wärmeanzapfung. *Rudolf Weber*

Pressespiegel – Reflets de presse

Diese Rubrik umfasst Veröffentlichungen (teilweise auszugsweise) in Tageszeitungen und Zeitschriften über energiewirtschaftliche und energiepolitische Themen. Sie decken sich nicht in jedem Fall mit der Meinung der Redaktion.

Cette rubrique résume (en partie sous forme d'extraits) des articles parus dans les quotidiens et périodiques sur des sujets touchant à l'économie ou à la politique énergétiques sans pour autant refléter toujours l'opinion de la rédaction.

GAK aktuell

In seiner Stellungnahme vom 21. September 1981 bejaht der Bundesrat den Bedarf für ein weiteres Atomkraftwerk in den neunziger Jahren.

Wir können diese Auffassung des Bundesrates nicht teilen. Es besteht kein Bedarf für weitere Atomkraftwerke (höchstens für elektrische Energie).

Im weiteren stellt die Kommission Caccia in ihrem Bericht fest, dass der Bedarf auf wissenschaftlicher Basis nicht erbracht werden kann (Seite 6 Kommissionsbericht). Der Bundesrat hat die Argumentation der Atomenergieproduzenten übernommen. Dadurch hat er es ein weiteres Mal verpasst, durch die Richtigstellung der «Energieweichen», sich von Sachzwängen der letztlich alles vernichtenden Atomtechnologie zu befreien. Die Zentralisierung der Energieproduktion widerspricht dem Prinzip unseres föderalistischen Staatsverständnisses. Wir halten daher fest: Das Atomkraftwerk Kaiseraugst ist nicht realisierbar:

Aus juristischen Gründen (Rechtsverletzungen im Bewilligungsverfahren)

Aus Sicherheitsgründen (Evakuierung, Katastrophenschutz, Entschädigungszahlungen)

Aus staatspolitischen Gründen (Wahrung des Föderalismus in unserer Demokratie)

Ungelöste Müllprobleme (Lagerung, Export des atomaren Abfalles zur Nutzung für Nuklearsprengstoffe) usw.

«Jetzt erst recht sind wir im Recht.» *Urs Sterkele*

«Prattler Amts-Anzeiger», Pratteln, 25. September 1981

KKW Beznau liefert günstige Wärme für neues regionales Fernheiznetz

Baden. Das Regionale Fernwärmenetz Unteres Aaretal «REFUNA» darf fest mit Wärmelieferungen von den Kernkraftwerken Beznau rechnen. Die Nordostschweizerischen Kraftwerke NOK haben am 28. September diese Zusage fest erteilt. Die Kosten für die Wärmeabgabe basieren auf dem Ersatz der mit der Wärmeentnahme für die REFUNA in Beznau verbundenen Minderproduktion an elektrischer Energie im Ausmass von 30 Millionen Kilowattstunden pro Jahr.

Im Hinblick auf die Tatsache, dass die REFUNA eine ausgesprochene Pilotanlage (Testanlage) ist und in ihrer Verwirklichung