

# 12 Jahre Kernenergie bei den NOK

Autor(en): **Froelich, Peter / Küffer, Kurt**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **99 (1981)**

Heft 20: **SIA, Heft 3**

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74491>

## **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.

republik Deutschland möglich, von 1950 bis 1977 in der eisenschaffenden Industrie den *spezifischen Gesamtenergieverbrauch* um 35% zu reduzieren dank einem Anstieg des Stromverbrauches um 58%.

#### Spezifischer Gesamtenergieverbrauch in der BRD

Auch in anderen Branchen konnten ähnliche Erfolge erzielt werden, so dass die verarbeitende Industrie in der BRD von 1950 bis 1977 ihren spezifischen Gesamtenergieverbrauch, bezogen auf das Nettoproduktionsvolumen in konstanten Preisen von 1970, um 56% senken konnte (Bild 2).

Dieser Erfolg konnte erzielt werden durch laufende Investitionen in Anlagen, die 1977 kumuliert 600 Milliarden DM überschritten sowie dank einem zunehmenden Stromverbrauch, der während dieser Zeit bezogen auf das Nettoproduktionsvolumen um 18% anstieg.

### Stromerzeugung nicht beschränken

Dass es sich bei den genannten Beispielen *nicht um singuläre Fälle* handelt, zeigt eine Untersuchung von Fremont Felix (Consultant Gibbs + Hill, Inc., New York N.Y., «Expanded Electrification Will Substantially Reduce Oil Use While Propelling Economic Recovery»). Die 41 Länder mit dem grössten Wachstum des Bruttosozialproduktes pro Kopf in den Jahren nach dem «Ölschock 1973» bis 1978 erreichten ein durchschnittliches reales Wirtschaftswachstum von 4% pro Jahr. Die jährliche Zunahme des durchschnittlichen Gesamtenergieverbrauches konnte auf 2% beschränkt werden, entsprechend einer Elastizität von nur 0,5, dank einem Anstieg des Stromverbrauches von durchschnittlich 6% pro Kopf und Jahr. Der Anteil der *Elektrizität* am Mehrverbrauch an Energie erreichte mit 83,5% einen *absoluten Spitzenwert*

im Vergleich zu den nur 16,5% der nicht-elektrischen Energiequellen. In 7 Ländern konnte dank des steigenden Stromverbrauches das wirtschaftliche Wachstum sogar beibehalten werden, obwohl der gesamte Energieverbrauch pro Kopf zurückging.

Je mehr uns die OPEC den Erdölhahn zugunsten der Dritten Welt – mit Recht – drosselt, desto stärker wird der Ruf nach Erdölsparen und -substituieren erschallen. Wenn dieses Ziel *ohne wirtschaftlichen Schiffbruch* erreicht werden soll, brauchen wir *mehr Strom*. Diese Tatsache wird von den Gegnern des Kraftwerkbaues geflissentlich verschwiegen. Hüten wir uns daher davor, dass uns mit zunehmender Drosselung des Ölhahns von aussen auch der Stromschalter durch innere Widerstände überhitzt und ausgedreht wird.

Adresse des Verfassers: K. Abegg, dipl. El.-ing. ETH, Direktor, Brown Boveri & Cie. AG, 5400 Baden.

## 12 Jahre Kernenergie bei den NOK

Von Peter Froelich, Baden und Kurt Küffer, Beznau

### Energiewirtschaftliche Aspekte

Die *Nordostschweizerische Kraftwerke AG (NOK)* ist eine rein öffentliche Unternehmung von *neun Kantonen*, nämlich Zürich, Aargau, Thurgau, Schaffhausen, St. Gallen, Appenzell-Innerrhoden, Appenzell-Ausserrhoden, Glarus und Zug. Ihr ist die Aufgabe übertragen, die *Versorgung mit elektrischer Energie* sicherzustellen. Hierzu beschaffen die NOK die elektrische Energie aus eigenen Kraftwerken, aus Partnerwerken sowie von fremden Elektrizitätsunternehmungen im In- und Ausland und transportieren und verteilen die Energie auf der Hochspannungsebene bis zu den Übergabestellen ihrer Abnehmer. Das Versorgungsgebiet hat eine Wohnbevölkerung von etwa 1,9 Millionen Personen oder rund 30% der gesamten Wohnbevölkerung der Schweiz.

#### Einführung der Kernenergie

Die Entwicklung des *Elektrizitätsverbrauchs* im Versorgungsgebiet der NOK wies vor allem im Zeitraum von 1950 bis etwa 1965 einen *ausserordentlich hohen Zuwachs* auf (Verdoppelung des Konsums innert weniger als 10 Jahren). In diesen Zeitabschnitt fällt denn auch der starke Ausbau der einheimi-

schen Wasserkräfte für die Stromerzeugung, zum Teil allerdings verbunden mit erheblichen Schwierigkeiten und Widerständen. Der Ausbau der hydraulischen Produktionsanlagen konnte mit dem ständigen Verbrauchszuwachs nicht Schritt halten. Die Folge davon war eine immer stärker werdende *Abhängigkeit von fremden Unternehmungen*, von denen Energie zur Deckung des Energiemankos bezogen werden musste. Der Anteil der Fremdenergie stieg deshalb anfangs der 60er Jahre bis auf 30 - 40%, im Winter 1962/63 sogar auf rund die Hälfte des Bruttoumsatzes. Die NOK haben deshalb schon frühzeitig mit den Vorarbeiten und der Planung für den Bau von *grösseren thermischen Erzeugungsanlagen* begonnen. Sie haben erkannt, dass die verfügbaren Wasserkräfte den Elektrizitätsbedarf längerfristig nicht decken und dass die Eigenerzeugung stark erhöht werden muss, um die Aufgabe einer möglichst kostengünstigen und sicheren Elektrizitätsversorgung weiterhin zu erfüllen. Hinzu kam, dass durch die Eingliederung von hauptsächlich neuen Speicherkraftwerken in die Werkkombination vorwiegend bewirtschaftbare, dem momentanen Konsumverlauf gut anpassbare Energie zur Verfügung stand, die Erzeugung von Grundlastenergie dagegen eher unterdotiert war.

Ursprüngliche Pläne auf Errichtung eines klassisch-thermischen Kraftwerkes, das mit fossilem Brennstoff betrieben würde, stiessen vor allem wegen möglicher Gefahren für die Umwelt (Luftverschmutzung, usw.) auf namhafte Widerstände in der Bevölkerung und beim Natur- und Heimatschutz. Aufgrund dieser Sachlage entschlossen sich die NOK im Dezember 1964, das *erste Kernkraftwerk* in der Beznau mit einer elektrischen Netto-Leistung von 350 MW<sub>e</sub> zu errichten. Drei Jahre später folgte dann der Baubeschluss für einen zweiten, identischen Kraftwerkblock (Bild 1). Am 17. Juli 1969 wurde erstmals Kernenergie ins Netz abgegeben und am 24. Dezember 1969 konnte dann die Anlage I den kommerziellen Betrieb aufnehmen, während die Anlage II am 15. März 1972 soweit war.

#### Höhere Eigenversorgung

Mit der Eingliederung dieser thermischen Anlagen mit einer hohen Energieerzeugungskapazität ergab sich eine wesentliche Verbesserung der Situation für die Bedarfsdeckung. So konnte in erster Linie die bedeutende Abhängigkeit der Stromversorgung von fremden Unternehmungen abgebaut werden, indem der Fremdstrombezug sukzessive auf weniger als 10% reduziert werden konnte. Hierzu leisteten aber auch die neu in Betrieb genommenen Wasserkraftwerke einen wesentlichen Beitrag. Gleichzeitig vergrösserte sich die frei verfügbare Manövriermenge, so dass die NOK anstelle eines auf den Ener-

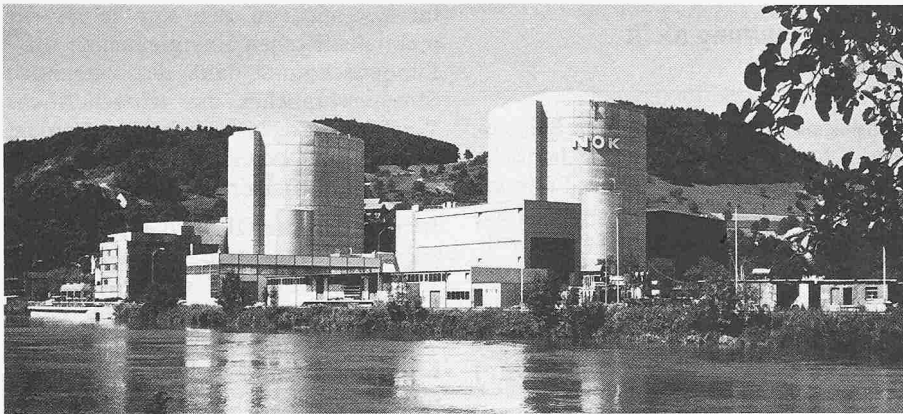


Bild 1. Beznau I und II

giebezug angewiesenen Käufers nunmehr als Anbieter auf dem *internationalen Markt* für elektrische Energie in Erscheinung treten konnte. Die *frei verfügbaren Disponibilitäten* aus den Produktionsmöglichkeiten, die teils aus Kernkraftwerken, aber zu einem grossen Teil aus Wasserkraftwerken stammen, haben bezüglich der Versorgungssicherheit eine äusserst wichtige Funktion. Sie sind nämlich praktisch die einzigen landeseigenen Reserven, die im Fall von Produktionseinbussen durch mindere Hydraulizität bei den Wasserkraftanlagen und/oder Störungen bei den hydraulischen und thermischen Anlagen zur Bedarfsdeckung im Versorgungsgebiet eingesetzt werden können. Andernfalls wäre wiederum eine unerwünschte Abhängigkeit von Dritten, namentlich ausländischen Unternehmungen die Folge, was angesichts der immer häufiger werdenden politischen und wirtschaftlichen Krisensituationen wenn immer möglich vermieden werden muss.

### Steigender Strombedarf

Seit Beginn der Elektrizitätsproduktion in unseren Kernkraftwerken sind bereits über 10 Jahre vergangen. Dabei hat der *Bedarf an elektrischer Energie* weiter stark *zugenommen*. Trotz der Rezessionsjahre von 1974 - 75 ergab sich

im Zeitraum von 1970 bis 1980 eine mittlere jährliche Steigerung von 4%. Zur Illustration zeigt Bild 2 den Belastungsverlauf am Tag der höchsten Belastung von 1970 bzw. 1980 mit einem Zuwachs von 500-600 MW. Der ständig weiter steigende Elektrizitätsbedarf machte es notwendig, die Bezugsmöglichkeiten aus thermischen Kraftwerken zu vergrössern. Angesichts der aufgetretenen Widerstände gegen den Bau weiterer Kernkraftwerke konnten sich die NOK vorerst ein Bezugsrecht aus den französischen Anlagen bei *Fessenheim* von rund 90 MW sichern und seit Betriebsbeginn des Werkes *Gösgen-Däniken* steht den NOK ein Bezugsrecht von 230 MW zu. Somit verfügen die NOK heute über rund 1 020 MW Grundlastenergie und eine mittlere Jahresproduktion von etwa 7 Mia kWh. Dies sind etwas mehr als 50% des Bruttoumsatzes. Hieraus wird schon ersichtlich, dass die Elektrizitätsversorgung *nicht mehr ohne Kernenergie* bewerkstelligt werden könnte. Die durch politische Krisensituation unsicher gewordene Erdölversorgung und die Preismanipulationen durch die Förderländer führen zwangsläufig zu einer verstärkten Nachfrage nach anderen Energieträgern, auch nach Elektrizität. Der im vergangenen Winter aufgetretene sprunghafte Anstieg des Stromverbrauchs zeigt dies besonders deutlich.

Eine derartige Entwicklung erfüllt die Versorgungsunternehmen mit ernster Sorge. Die seit Jahren andauernde Verzögerung im Bewilligungsverfahren für neue Kernkraftwerke muss unweigerlich zu einem *ersten Engpass in der Stromversorgung* führen. Denn je länger je mehr müssen die unerlässlichen Reserven für die normale Bedarfsdeckung eingesetzt werden, ohne dass hierfür ein echter Ersatz zur Verfügung steht.

### Produktionsergebnisse und Arbeitsausnutzung der KK Beznau

Die Produktionsergebnisse und die erzielte Arbeitsausnutzung sind in Tabelle 1 dargestellt. Als Arbeitsausnutzung wird das in Prozent ausgedrückte Verhältnis der effektiven zur theoretischen maximal möglichen Energieproduktion bezeichnet. Diese Elektrizitätsproduktion wurde mit einer mittleren Arbeitsausnutzung von 78,6% erreicht, was verglichen mit der mittleren Arbeitsausnutzung von 61,8% für sämtliche Kernkraftwerke der westlichen Welt ein *überdurchschnittlich gutes Betriebsergebnis* darstellt.

Das Produktionsergebnis eines Kraftwerkes zu bewerten und einen Vergleich zu anderen Kraftwerken zu ziehen, ist nicht einfach und hängt von verschiedenen Faktoren ab. Im Sinne einer *groben Standortbestimmung* wird nun im folgenden die von den Werken Beznau I und II erzielte Arbeitsausnutzung den von Kernkraftwerken in der westlichen Welt erreichten Werten gegenübergestellt.

Die nachstehende Statistik wurde aufgrund der in der internationalen Fachzeitschrift *«Nucleonics Week»* regelmässig veröffentlichten Produktionsergebnisse erstellt. Sie umfasst die Kernkraftwerke aus 18 Ländern der westlichen Welt, welche vor dem 31.10.1980 den kommerziellen Betrieb aufgenommen haben.

Tabelle 1. Produktionsergebnisse und Arbeitsausnutzung in Beznau bis zum 31.12.1980

	KKB I		KKB II	
	Produktion [GWh]	Arbeitsausnutzung [%]	Produktion [GWh]	Arbeitsausnutzung [%]
1969	603	-	-	-
1970	1 945	61,0	-	-
1971	1 700	53,3	202	-
1972	1 403	43,9	2 628	82,2
1973	1 754	55,0	2 325	72,9
1974	2 454	77,0	2 637	82,7
1975	2 602	81,6	2 657	83,3
1976	2 661	83,2	2 765	86,5
1977	2 710	85,0	2 807	88,0
1978	2 882	90,4	2 874	90,1
1979	2 765	87,0	2 820	88,4
1980	2 767	86,5	2 671	83,5
Total	25 653	73,1%	24 174	84,1%

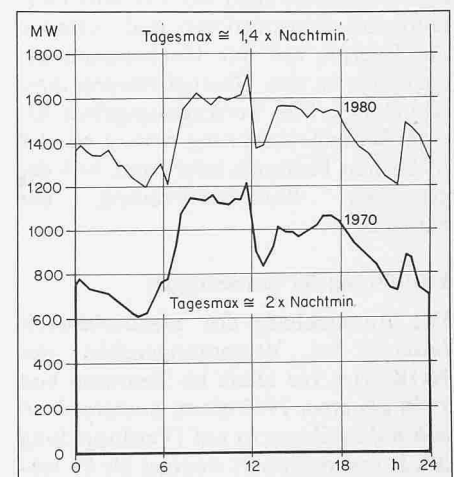


Bild 2. Tagesbelastungskurven am Tag des grössten Normalkonsums 1970 bzw. 1980

Die gesamte Elektrizitätserzeugung in den 183 Kraftwerken mit 200 Reaktoren, einschliesslich der Produktion der 9 bereits stillgelegten Kraftwerke, erreichte bis zum 31.10.1980 total 3837 Milliarden Kilowattstunden mit einer gewichteten mittleren Arbeitsausnutzung von 61,8 Prozent. Die Erzeugung verteilte sich gemäss Tabelle 2.

Dabei wurde eine Betriebserfahrung von 1639 Reaktorjahren akkumuliert.

Die gewichtete mittlere Arbeitsausnutzung betrug für Kernkraftwerke

mit Druckwasserreaktoren (DWR) 61,8%  
mit Siedewasserreaktoren (SWR) 57,8%  
mit Gas-Graphit-Reaktoren (GGR) 67,4%  
mit Schwerwasser-Reaktoren (SMR) 72,5%

Die Kernkraftwerke Beznau I und II (beide DWR) liegen bis zum 31.10.80 mit 83,9% und 72,7% Arbeitsausnutzung deutlich über dem mittleren Wert für Druckwasserreaktoren. In der Rangliste der Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren (= Druckwasser- und Siedewasserreaktoren) nehmen sie die Ränge 1 und 12 ein (Tabelle 3).

## Betriebsverlauf

Das Bild 3 zeigt die Lastdiagramme der Anlagen Beznau I und Beznau II seit ihrer Inbetriebnahme.

Die «Kinderkrankheiten» im Kernkraftwerk Beznau I, wo Korrosionserscheinungen in den Dampferzeugern in den ersten Betriebsjahren zu längeren Instandhaltungsstillständen geführt hatten, konnten aufgrund eingehender Untersuchungen und darauffolgender Änderung der im Dampf-Wasserkreislauf des Sekundärbereiches als Zusatzmittel verwendeten Chemikalien gemeistert werden. Die Korrosionserschei-

Tabelle 2. Stromproduktion der KKW, verteilt nach Reaktortyp

79 Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktoren (DWR)	1716 TWh	=44,7%
55 Kernkraftwerke mit Siedewasserreaktoren (SWR)	1111 TWh	=29,0%
25 Kernkraftwerke mit Gas-Graphit-Reaktoren (GGR)	700 TWh	=18,2%
15 Kernkraftwerke mit Schwerwasser-Reaktoren (SMR)	237 TWh	= 6,2%
9 übrige	73 TWh	= 1,9%
183 Kernkraftwerke erzeugten per 31.10.1980	3837 TWh	100%

Tabelle 3. Rangliste der Arbeitsausnutzung für LWR-Kernkraftwerke (> 100 MW<sub>e</sub>) mit mindestens fünf Jahren kommerziellem Betrieb, berechnet von der kommerziellen Betriebsaufnahme bis zum 31.10.1980

Rang	KKW	Staat	Reaktortyp	Leistung [MW <sub>e</sub> ]	Produktion [GWh]	Arbeitsausnutzung [%]	in Betrieb seit
1.	Beznau-2	CH	DWR	364	23,6	83,9	01.01.72
2.	Stade	BRD	DWR	662	40,8	83,6	01.06.72
3.	Mühleberg	CH	SWR	336	19,0	83,3	01.12.72
4.	Doel-1	B	DWR	412	16,6	81,2	01.03.75
5.	Obrigheim	BRD	DWR	345	28,0	80,6	01.04.69
6.	Point Beach-2	USA	DWR	524	29,3	79,7	01.11.72
7.	Prairie Island-2	USA	DWR	547	22,0	78,5	01.01.75
8.	Connecticut Yankee	USA	DWR	602	51,5	78,0	01.02.68
9.	Borssele-1	NL	DWR	475	22,3	77,3	01.11.73
10.	Kewaunee	USA	DWR	560	23,1	74,1	01.07.74
11.	Zorita	E	DWR	160	11,5	73,2	01.09.69
12.	Beznau-1	CH	DWR	364	25,1	72,7	01.01.70

nungen an den Dampferzeuger-Rohren traten damals weltweit, vornehmlich bei Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren auf, zeigten sich jedoch auch bei Anlagen mit anderen Reaktortypen.

Nachdem in beiden Dampferzeugern von Beznau I ein Teil der Rohre zum Teil präventiv gestopft, d.h. mit Zapfen verschlossen wurden und nicht mehr am Wärmeaustausch teilnehmen, kann die Anlage seither mit tadellosem Erfolg und mit voller Leistung betrieben werden. Die Bemühungen zur konsequenten Durchführung von Verbesserungen, basierend auf den Erfahrungen des KKB I, widerspiegeln sich in der von Beginn weg besseren Arbeitsausnutzung des zweiten Werkes KKB II.

Die nicht verfügbare Arbeit ist in Tabelle 4 aufgeschlüsselt. Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass die jährlich wiederkehrende Kraftwerksabstellung im Sommer zur Vornahme des Brennelementwechsels, der Wiederholungsprüfungen und der Revisionsarbeiten den wesentlichen Teil der Stillstandszeiten ausmacht. Diese Abstellungen werden fest auf die Monate Juni, Juli und August eingeplant, einerseits um den energiewirtschaftlichen Verhältnissen Rechnung zu tragen (gute Wasserführung in den Laufkraftwerken und starkes Absinken des Bedarfs während der Sommerferienzeit) und andererseits um allen Beteiligten rechtzeitig feste Termine für die Planung ihrer Arbeiten zuweisen zu können.

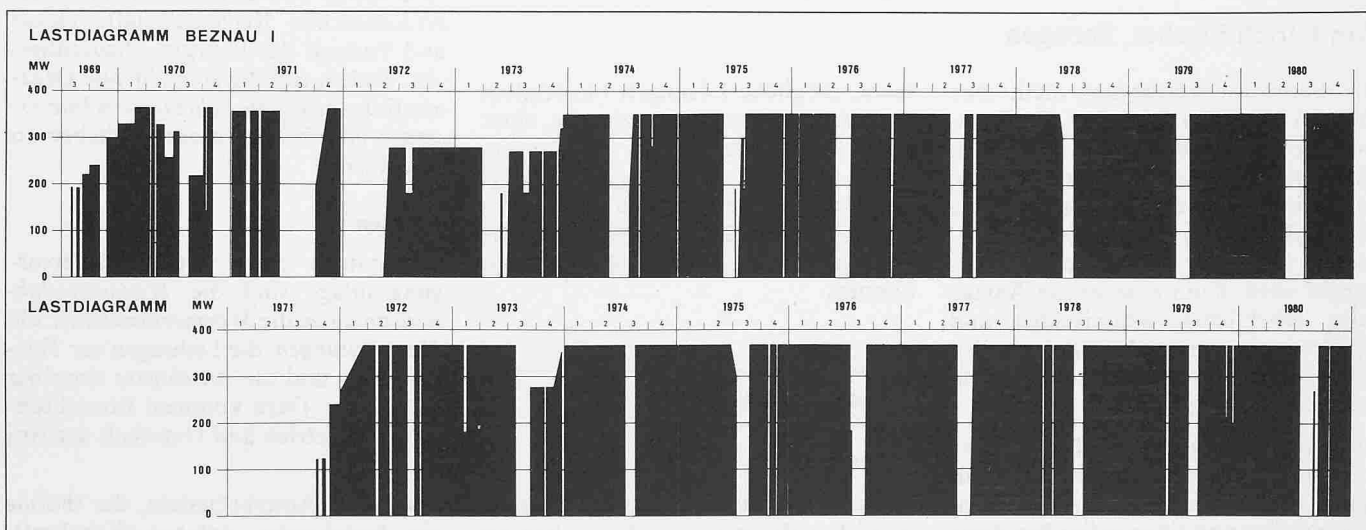


Bild 3. Beznau I und II. Lastdiagramme

Tabelle 4. Aufschlüsselung der nicht verfügbaren Arbeit in %, von der kommerziellen Betriebsaufnahme bis zum 31.12.1980

	KKB I	KKB II
Arbeitsausnutzung nicht verfügbare Arbeit	73,1% 26,9%	84,1% 15,9%
Störanteil		
Primärsystem ohne Dampferzeuger	3,9%	0,4%
Dampferzeuger Inspektion und Reparaturen	4,2%	1,4%
Sekundäranlage	1,1%	0,9%
Diverses	0,1%	0%
Plananteil		
Diverses inkl. Bereitschaft und Tests	2,7%	2,0%
Behördliche Einschränkungen	3,9%	1,3%
Brennstoffausfahrbetrieb (coast down)	0,1%	0,1%
Brennelementwechsel und Jahresrevision (davon für Dampferzeugerinspektion und Instandhaltung)	11,0% (2,8%)	9,9% (2,5%)

Der Zeitbedarf für die Jahresabstellung liegt heute zwischen 8% und 13% je nach dem Umfang der durchzuführenden Instandhaltungs- und Nachrüstarbeiten sowie der Wiederholungsprüfungen. Die zentrale Bedeutung der Dauer der Jahresabstellung für eine gute Arbeitsausnutzung ist damit offensichtlich.

### Betriebspersonal

Die ursprünglich vorgesehene Anzahl Stellen für das Betriebspersonal wurde durch eine *schrittweise Verstärkung*, vor allem im Bereich der *Instandhaltung* und der *Ingenieurkapazität*, im Verlaufe der Zeit deutlich erhöht und liegt heute knapp unter 300. Die laufende Anpassung an den Stand der Technik hatte vermehrt Änderungen zur Folge und die Erfahrung lehrte, dass die Anzahl Fremdpersonen bei Revisionen

mit Rücksicht auf die Arbeitsüberwachung und die Betreuung durch das eigene Personal eine bestimmte Höhe nicht überschreiten sollte.

Während Revisionen wird heute im Kernkraftwerk Beznau eine Zahl von rund 250 Mann *Fremdpersonal pro Arbeitstag* als vernünftige obere Grenze betrachtet.

### Gesamtbeurteilung

Als Fazit aus der Betriebserfahrung von 12 Jahren (KKB I) und 10 Jahren (KKB II) kann festgehalten werden:

- Das ursprüngliche Ziel eines jährlichen Vollastbetriebes von 6500 bis 7000 Stunden wurde von beiden Werken während der letzten sechs Jahre übertroffen.
- Die im Betriebsverlauf bei Beznau I an den Dampferzeugern aufgetre-

ten *Schwierigkeiten*, welche zu Produktionsausfällen in den Jahren 1971, 1972 und 1973 führten, konnten durch intensive, zu wesentlichen Teil mit betriebseigenen Fachkräften durchgeführten Studien und Untersuchungen *geklärt* und *bereinigt* werden.

- Die Erzeugung elektrischer Energie erfolgte stets innerhalb der gesetzlich und sicherheitstechnisch vorgegebenen Grenzwerte. Die Abgabe von *Radioaktivität* an die Umgebung war *sehr gering* und betrug lediglich einige Prozent der gesetzlich zulässigen, äusserst streng festgelegten Limiten.
- In diesen mehr als 20 Reaktor-Betriebsjahren ist keine sicherheitstechnisch relevante Störung aufgetreten und *keine Person ist stärker als gesetzlich zulässig bestraht* worden.

Gestützt auf die bisherige Betriebserfahrung sind auch weiterhin keine grösseren Produktionseinbussen und Stillstände zu erwarten; es sollte somit möglich sein, auch in den nächsten Jahren eine *Arbeitsausnutzung von über 80%* halten zu können.

Die *Tendenz*, den Umfang der behördlich vorgeschriebenen *Inspektionen* und Prüfungen noch weiter zu *vergrössern* sowie die behördlich verlangten Massnahmen zur sicherheitstechnischen Erhaltung der Anlagen werden in Zukunft aber auch die *Verfügbarkeit der Anlage beeinträchtigen*.

Adresse der Verfasser: P. Froelich, dipl. Ing. ETH, K. Küffer, dipl. Ing. ETH, c/o Nordostschweizerische Kraftwerke AG, 5400 Baden

## Mögliche Organisation und Finanzierung einer Fernwärmeversorgung

Von Ulrich Fischer, Seengen

Die Fernwärmeversorgung stellt eine *sinnvolle Alternative* zu den ölgefeuerten Einzelheizungen dar. Sie ermöglicht die Versorgung zahlreicher Gebäude durch eine zentrale Wärmequelle. Diese kann auf Öl, Gas, Kohle oder Nuklearenergie basieren. Sofern nicht Öl verwendet wird, kann eine solche Anlage nebst erheblichen Spareffekten und einer Verminderung der ökologischen Belastung auch wesentlich zur *Substitution von Erdöl* beitragen.

Die Vorteile einer Fernwärmeversorgung müssen indessen durch die Bewältigung verschiedener technischer, organisatorischer und finanzieller Probleme *erkauf*t werden. Nachstehend wird ver-

sucht, mögliche Lösungen hinsichtlich Organisation und Finanzierung einer Fernwärmeversorgung aufzuzeigen. Dabei liegt die Betonung auf *«möglich»*, da selbstverständlich verschiedene Spielarten denkbar sind, welche nicht abschliessend dargestellt werden können.

### Organisation

#### Aufgabe

Aufgabe des zu schaffenden Organismus ist es, die Wärme zu *beschaffen*, sie zum Abnehmer zu *transportieren* und

diesem *abzugeben*. Zu diesem Zweck ist eine Körperschaft zu bilden, welche in der Lage ist, die notwendigen Anlagen zu erstellen und zu betreiben sowie die erforderlichen Rechtsgeschäfte (Kauf und Verkauf der Energie) abzuschliessen. Zudem soll die zu wählende Organisationsform *unterschiedlichen Interessenten* erlauben, sich am Vorhaben zu beteiligen.

#### Anlagen

Bestandteile einer Fernwärmeversorgungsanlage sind die *Wärmeproduktionsanlagen*, die *Wärmeentnahmen*, die *Hauptleitungen*, die Leitungen zur *Feinverteilung* und die *Anschlüsse* einzelner Abnehmer. Dazu kommen Einrichtungen zum Betrieb und Unterhalt der Anlagen.

Sofern die Absicht besteht, die *Wärme aus bestehenden Anlagen* (Kernkraftwerk oder Heizkraftwerk) zu beziehen,