

KOSTEN UND WIRKSAMKEIT VON MASSNAHMEN ZUR REDUZIERUNG DER SO₂-EMISSIONEN AUS KRAFTWERKEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

R. Friedrich, E. Ruff, A. Voß

Institut für Kernenergetik und Energiesysteme, Universität Stuttgart,
Pfaffenwaldring 31, 7000 Stuttgart 80 (Vaihingen)

In Baden-Württemberg haben die beobachteten Waldschäden in den letzten Jahren stark zugenommen. Die meisten Experten gehen dabei davon aus, daß die Luftschadstoffe, insbesondere SO₂ und NO_x, an der Entstehung der Waldschäden beteiligt sind. Allerdings ist dieser Zusammenhang nicht nachgewiesen; über den Umfang der Verursachung, die beteiligten Substanzen und die Wirkungsweise herrscht kein Konsens. Trotz dieser Ungewißheit verlangt das rasche Fortschreiten der Waldschäden nach Gegenmaßnahmen.

Bei dieser Ausgangslage hat die Landesregierung von Baden-Württemberg eine Arbeitsgruppe ins Leben gerufen, die Strategien zu einer Reduzierung der SO₂-Emissionen aus öffentlichen Kraftwerken prüfen und empfehlen soll. Der Arbeitsgruppe gehörten Vorstände der großen baden-württembergischen Elektrizitätsversorgungsunternehmen, Vertreter der Landesregierung und Wissenschaftler an. Die Autoren dieses Berichts haben systemtechnische Analysen zur Unterstützung der Arbeitsgruppe durchgeführt.

Öffentliche Kraftwerke verursachen derzeit ca. 40 % der SO₂-Emissionen in Baden-Württemberg. Ihr Anteil an der Immissionskonzentration innerhalb und außerhalb des Landes kann nach dem jetzigen Wissensstand allerdings nicht eindeutig bestimmt werden.

Es wird geschätzt, daß etwa die Hälfte der SO₂-Depositionen in Baden-Württemberg aus Quellen außerhalb des Landes stammen.

Als erster Schritt wurden die zu erwartenden Kraftwerkseinsätze und SO₂-Emissionen bis 1995 berechnet. Dabei wurde von einem linearen Stromverbrauchszuwachs in Baden-Württemberg von durchschnittlich 3 %/a, von der Erfüllung der Kohleabnahmeverpflichtungen entsprechend den Vereinbarungen mit dem deutschen Steinkohlebergbau ("Jahrhundertvertrag") und von der Erfüllung der Großfeuerungsanlagenverordnung (GfVo) ausgegangen. Die unter diesen Bedingungen zu erwartende Aufteilung der Stromerzeugung in öffentlichen Kraftwerken nach Brennstoffen zeigt Abb. 1.

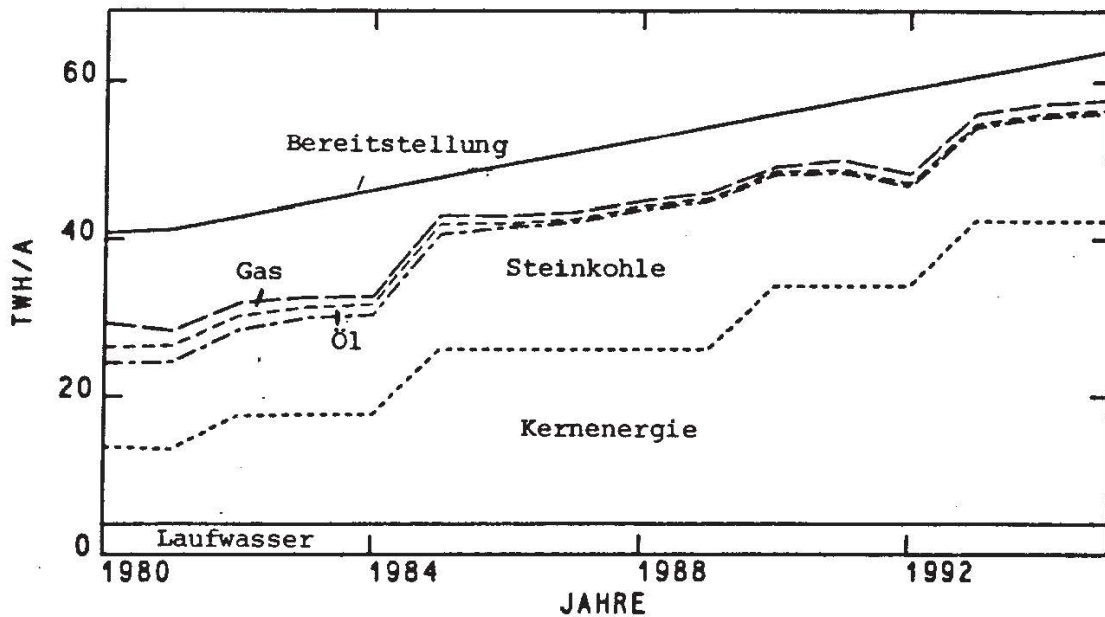


Abb. 1: Stromerzeugung der öffentlichen Kraftwerke in Baden-Württemberg

Der Ausbau der Kernenergie trägt wesentlich dazu bei, daß die SO_2 -Emissionen in Baden-Württemberg begrenzt bleiben. 1984 beginnt die Stromlieferung aus KKP II (Phillipsburg), 1990 aus GKN II (Neckarwestheim). Nach neuen Planungen der Landesregierung soll die Inbetriebnahme von KWS Why1 (geplant 1992) allerdings verschoben werden, dafür soll Strom aus französischen Kernkraftwerken importiert werden - dies verändert aber die SO_2 -Emissionen und Schlußfolgerungen nicht.

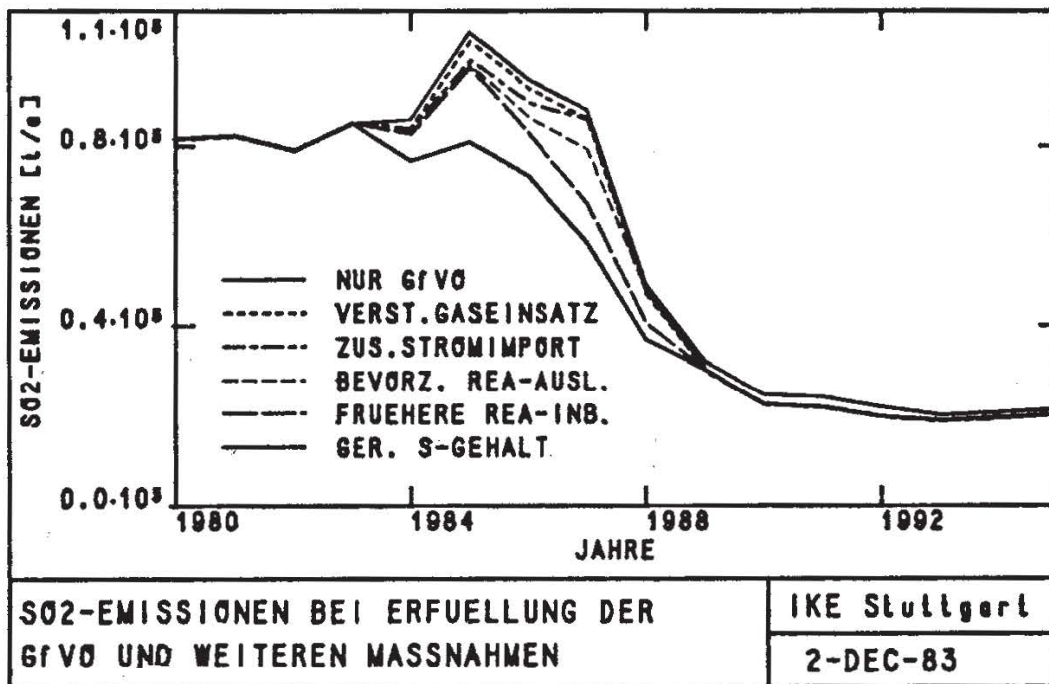
Wegen des Auslaufens von Stromimportverträgen Ende 1984 steigt die Stromerzeugung im Lande stärker an als der Stromverbrauch. Dies bewirkt einen starken Anstieg des Einsatzes von Steinkohle zur Stromerzeugung von 1984 bis 1989 (von ca. 3,9 Mio t 1984 bis auf 6,2 Mio t 1989). Da andererseits die GfVo die Inbetriebnahme von Rauchgasentschwefelungsanlagen (REA) in Altanlagen erst ab 1.7.1988 vorschreibt, würden die SO_2 -Emissionen aus öffentlichen Kraftwerken in Baden-Württemberg bis 1988 noch erheblich auf die in Abb. 2, obere Kurve, gezeigten Werte ansteigen, wenn keine zusätzlichen Maßnahmen ergriffen würden. Dagegen sinken nach 1988 die SO_2 -Emissionen auf etwa 25 % der derzeitigen Emissionen ab.

Aufgrund dieser Entwicklung wurden insbesondere Maßnahmen gesucht, die die SO_2 -Emissionen kurzfristig vor 1988 reduzieren und die pro kg nicht emittiertem SO_2 nicht mehr kosten als der Bau einer REA (ca. 3 - 4 DM/kg SO_2). Die Durchführung der folgenden Maßnahmen wurde von der Arbeitsgruppe empfohlen:

- 1) In Kraftwerksblöcken mit Mischfeuerung wird - soweit verfügbar - verstärkt Erdgas eingesetzt.

- 2) In den Jahren 85 und 86 werden zusätzlich ca. 1300 GWh Strom aus emissionsfreien Kraftwerken im Ausland bezogen. Damit wird Strom aus nicht entschwefelten Kraftwerken ersetzt. Nach 1988 wird diese Strommenge - erzeugt in Kraftwerken mit REA - wieder exportiert.
- 3) Kohlekraftwerke, die bereits vor 1988 eine REA besitzen, werden bevorzugt vor Kraftwerken ohne REA eingesetzt. Dabei entstehen Mehrkosten von ca. 0,5 DM pro kg nicht emittiertem SO_2 .
- 4) Die REA werden früher in Betrieb genommen als nach GfVo bzw. Genehmigungsaufgaben vorgeschrieben (Mehrkosten ca. 3-4 DM/kg).
- 5) Die EVU beziehen und verwenden möglichst schwefelarme heimische und Importkohle. Diese wird bevorzugt in Kraftwerken ohne REA eingesetzt. Die Maßnahme verursacht keine nennenswerten Mehrkosten.

Die durch die genannten Maßnahmen erreichten Minderemissionen lassen sich aus Abb. 2 ablesen. Durch die Durchführung aller genannten Maßnahmen verringern sich die SO_2 -Emissionen um insgesamt 86.400 t SO_2 in den Jahren 84 bis 88 bzw. um 25 % auf die in Abb. 2, untere Kurve, gezeigten Werte.



Es wurden eine Reihe von weiteren Maßnahmen untersucht, die aber wegen des ungünstigen Kosten-Effektivitäts-Verhältnisses nicht empfohlen werden. So ist z. B. die Verfeuerung von schwefelarmer Importkohle und Erdgas anstelle von heimischer Steinkohle möglich. Da der Kohleverstromungsvertrag aber zu erfüllen ist, muß die zunächst nicht verfeuerte heimische Kohle auf Halde gelegt und nach 1988 anstelle von Importkohle, Heizöl usw. verfeuert werden. Daher sind die erzielbaren SO_2 -Emissionsreduzierungen gering (max. 4-5 %) und die Mehrkosten hoch (ca. 13-14 DM/kg SO_2).

Eine über die geplanten Maßnahmen hinausgehende Nachrüstung von Altanlagen mit Rauchgasentschwefelungsanlagen wird aufgrund der ungünstigen Kosten-Nutzen-Relation von ca. 42 DM/kg SO₂ und der Tatsache, daß eine derartige Maßnahme erst nach 1988 zu Emissionsminderungen führen würde, wenn das SO₂-Emissionsniveau aus öffentlichen Kraftwerken schon erheblich reduziert ist, nicht empfohlen.

Alternativrechnungen mit unterschiedlichen Stromzuwachsrateen ergaben, daß diese die Tendenz der SO₂-Emissionsentwicklung und damit die Schlußfolgerungen nicht beeinflussen.

Die vorliegende Arbeit zeigt, daß eine sorgfältig durchgeführte "Kosten-Effektivitäts-Analyse" die Entscheidungsfindung wirkungsvoll unterstützen kann. Des weiteren zeigt sich, daß eine Arbeitsgruppe, in der Entscheidungsträger der Energieversorgungsunternehmen, Vertreter der Exekutive und Wissenschaftler (Systemtechniker) zusammenarbeiten, ein geeignetes Instrument ist, um effektive Maßnahmen zu finden und unbürokratisch und rasch auf freiwilliger Basis durchzusetzen.