

Über die Forschungsförderung der öffentlichen Hand für die Entwicklung der Kernenergie zur Stromerzeugung sind unterschiedliche, zum Teil extrem hohe Zahlen verbreitet worden, die zudem als „Subventionen“ interpretiert wurden. Es wird versucht:

- die der heutigen Kernenergienutzung direkt zurechenbaren Forschungsmittel zu quantifizieren,
- die Forschungsmittel auf den erzeugten Kernenergiestrom zu beziehen und
- den volkswirtschaftlichen Nutzen der eingesetzten Gelder zu beziffern.

F+E-Arbeiten zur Nutzung der Kernenergie wurden in der Vergangenheit von verschiedenen Ministerien des Bundes gefördert. Die Finanzierung erfolgt, wie auch in anderen techniknahen Bereichen, zum einen über konkrete Projektförderung, zum anderen über die Grundfinanzierung der Forschungszentren.

In die Entwicklung des Leichtwasserreaktors (LWR) sind überwiegend in den 1950er und 1960er Jahren vergleichsweise geringe Mittel geflossen. Wesentlich mehr Mittel hat der Bund für die Reaktorsicherheit aufgewendet. F+E-Arbeiten zum Schnellen Brüter (SBR) wurden vor allem zwischen 1960 und 1993 durchgeführt. Forschungsschwerpunkte des Hochtemperaturreaktors (HTR) waren insbesondere die Anlage der *Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor (AVR)* und der spätere Thorium-Hochtemperaturreaktor (THTR-300). Arbeiten zum Kernbrennstoff-Kreislauf wurden früh in den 1950er Jahren aufgenommen. Die Stilllegung kerntechnischer Anlagen ist in der öffentlichen Förderung nur von geringer Bedeutung. Ein umfangreicher Schwerpunkt ist die Kernfusion.

Die Kernkraftwerke, die heute Strom aus Kernenergie erzeugen, haben nie Subventionen erhalten und der volkswirtschaftliche Nutzen steht außer Zweifel. Eingesetzte F+E-Mittel der öffentlichen Hand waren als Anschubfinanzierung gedacht und haben dort, wo die einzelnen Technologien sich entfalten konnten, ihren Zweck überzeugend erfüllt.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Gerd Jäger,
Vorsitzender des Vorstandes der
VGB PowerTech e.V.
und Mitglied des Vorstands der
RWE Power AG,
Huysenallee 2, 45128 Essen
Dr. Michael Weis,
VGB PowerTech e.V.,
Klinkenstr. 27-31, 45136 Essen

Forschungsförderung Kernenergie 1956 bis 2002: Anschubfinanzierung oder Subvention?

G. Jäger und M. Weis, Essen

Über die Forschungsförderung der öffentlichen Hand für die Entwicklung der Kernenergie zur Stromerzeugung sind in der Vergangenheit unterschiedliche, zum Teil extrem hohe Zahlen verbreitet worden, die zudem als „Subventionen“ interpretiert wurden. Es soll deshalb im Folgenden versucht werden,

- die der heutigen Kernenergienutzung direkt zurechenbaren Forschungsmittel zu quantifizieren,
- die Forschungsmittel auf den erzeugten Kernenergiestrom zu beziehen und
- den volkswirtschaftlichen Nutzen der eingesetzten Gelder zu beziffern.

Subventionen für Kernenergie?

Im politischen Raum wird häufig – aber ohne Beleg – argumentiert, die Nutzung der Kernenergie sei nur deshalb so wirtschaftlich, weil sie hoch subventioniert werde. Dieses Argument, obwohl oft wiederholt, ist indessen falsch.

Die Anlagen, die heute Strom aus Kernenergie erzeugen, haben nie Subventionen erhalten. Lediglich für das *Kernkraftwerk Obrigheim* wurde eine Ausfallbürgschaft in Aussicht gestellt, die jedoch nie benötigt wurde. Selbst die aktuelle Bundesregierung, die einer Förderung der Kernenergie unverdächtig ist, hat dies auf verschiedene parlamentarische Anfragen direkt oder indirekt bestätigt. Die Rede ist in solchen Fällen ausschließlich von öffentlichen „*Aufwendungen für Forschung und Entwicklung (F+E)*“ im Bereich Kernenergie. Dies folgt der selbst gestellten Aufgabe des Staates, langfristige Forschung und Entwicklung neuer Technologien dort zu betreiben, wo hoher Aufwand und hohes Entwicklungspotential verbunden mit Marktferne ein Engagement der Industrie noch nicht erwarten lassen.

F+E-Mittel, obwohl nicht zu den Subventionen zählend, sollen als einzige Leistung der öffentlichen Hand zur Förderung

der Kernenergie im Folgenden quantifiziert und auf Einzelthemen differenziert dargestellt werden.

Datenbasis für die Forschungsförderung der öffentlichen Hand

F+E-Arbeiten zur Nutzung der Kernenergie wurden in der Vergangenheit von verschiedenen Forschungsministerien des Bundes gefördert. Heute fallen sie in den Zuständigkeitsbereich des *Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA)*. Die Finanzierung erfolgt, wie auch in anderen techniknahen Bereichen, auf zwei Wegen: zum einen über konkrete Projektförderung, zum anderen über die Grundfinanzierung der Forschungszentren.

Neben qualitativ unterschiedlich vorliegenden Informationen über die in die Einzelthemen geflossenen Fördermittel wurden auch eigene Berechnungen, ergänzt um Annahmen über die Aufschlüsselung auf Schwerpunktthemen in den 1950er und 1960er Jahren, durchgeführt. Bis 1990 wurde mangels vergleichbarer Informationen aus der früheren DDR nur Westdeutschland berücksichtigt.

Am besten dokumentiert ist die Projektförderung der Jahre 1974 bis 2002 [1 bis 3]. Die Daten lassen sich ohne Probleme den Hauptthemen Entwicklung von Leichtwasserreaktoren (LWR) und ihrer Sicherheit, Schneller Brüter, Hochtemperaturreaktor, Kernbrennstoff-Kreislauf, Stilllegung und Kernfusion zuordnen. Die Einzelangaben differierten in der Vergangenheit ein wenig, was auf geänderte Zuordnungen zu den Generalthemen durch die Ministerien zurückzuführen ist. Die Unterschiede sind allerdings so gering, dass sie für diese Betrachtung völlig unerheblich sind.

Die institutionelle Förderung durch die Großforschungszentren weist der *Bund* nur pauschal aus [1, 3], was insofern

unbefriedigend ist, als ihr Anteil immerhin etwa die Hälfte der Gesamtförderung ausmacht. Um diese Mittel einzelnen Themen zuzuordnen, wurden aus den Programmbudgets der „Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF)“ der Jahre 1976 bis 2002 die jeweiligen Relationen der institutionellen Fördermittel für die jeweiligen Kernenergethemen abgeleitet, die dann auf bekannte Pauschalzahlen des Bundes angewandt wurden [4]. Da sich die Gesamtzahlen des Bundes und der HGF etwas unterscheiden, wurden aus Gründen der Konservativität die (höheren) summarischen Zahlen des Bundes verwendet.

Schlechter ist die Datensituation im Zeitfenster 1956 bis 1973. Hier existieren nur grob differenzierte Zahlen für den Gesamtzeitraum, jedoch keine jährlichen Angaben. Auch das HGF-Programmbudget [4] enthält keine zielführenden Hinweise, weil es erst 1976 aufsetzt. Es musste deshalb mit einigen Annahmen gearbeitet werden; die dabei gemachten Fehler sind tolerabel, da in dieser Zeit das Fördervolumen sehr begrenzt war: Für die zeitliche Abfolge wurden aus der Wissenschaftshistorie [5] unterschiedliche Starttermine für die einzelnen Projekte abgeleitet und die Mittel auf die verbleibenden Jahre verteilt. Es wurde mit einem Mitteleinsatz nahe Null begonnen, der stufenweise über die Jahre ansteigt. Die institutionelle Förderung wurde in Analogie zur Projektförderung auf die jeweiligen Themen verteilt.

Einzelthemen der Forschungsförderung

In den einzelnen Forschungsgebieten und Technologien hat sich die Förderung folgendermaßen entwickelt (siehe auch *Abbildung 1*):

In die Entwicklung des *Leichtwasserreaktors (LWR)* sind überwiegend in den 1950er und 1960er Jahren vergleichsweise geringe Mittel geflossen. Gefördert wurden Entwicklungsarbeiten für Druck- und Siedewasserreaktoren sowie für den Heißdampfreaktor, Forschungsreaktoren und das nuklear betriebene Schiff „*Otto Hahn*“. Die Anteile dieser letzten drei Technologien sind heute nicht mehr differenzierbar; in Anbetracht ihres relativ geringen Umfangs sind sie nicht in Abzug gebracht worden.

Wesentlich mehr Mittel hat der *Bund* für die *Reaktorsicherheit* aufgewendet. Es wurde versucht, diese Größe auf LWR-Sicherheit einzugrenzen und, wo nachvollziehbar, die Aufwendungen zur Sicherheit des Brütters und des HTR jeweils deren Entwicklungskosten zuzuordnen. Hier subsumiert sind auch Querschnittsaufgaben zu diesem Thema und die dazu eingerichteten Projektstäbe.

F+E-Arbeiten zum *Schnellen Brüter (SBR)* wurden vor allem zwischen 1960 und

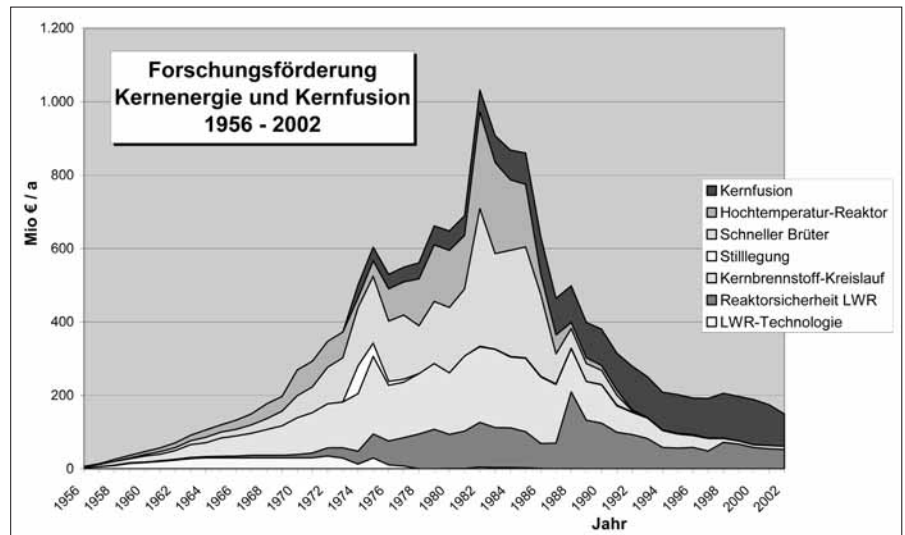


Abb. 1: Forschungsförderung Kernenergie und Kernfusion zwischen 1956 und 2002 [1 bis 3]

1993 durchgeführt. Sie umfassen sowohl die Versuchsanlagen im damaligen *Kernforschungszentrum Karlsruhe* wie auch die dortige Kompakte Natrium gekühlte Kernenergieanlage (KNK) und seit etwa 1973 den Brüter-Prototyp SNR-300 in Kalkar.

Der *Hochtemperaturreaktor (HTR)* war ein Forschungsschwerpunkt der damaligen *Kernforschungsanlage Jülich*. Aus den F+E-Mitteln wurde dort vor allem die *Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor (AVR)* gefördert und später der Thorium-Hochtemperaturreaktor (THTR-300) in Hamm-Uentrop.

Vergleichsweise früh, nämlich bereits in den späten 1950er Jahren, wurden Arbeiten zum *Kernbrennstoff-Kreislauf* aufgenommen. Gefördert wurden vor allem Arbeiten zur Uran-Anreicherung, zur Wiederaufarbeitung verbrauchter Brennelemente, zur Rezyklierung von Plutonium als MOX-Brennstoff sowie zur Behandlung der radioaktiven Abfälle und ihrer Endlagerung.

Die *Stilllegung kerntechnischer Anlagen* ist in der öffentlichen Förderung nur von geringer Bedeutung. Für die Betrachtung wurden ausschließlich die in F+E-Arbeiten geflossenen Mittel berücksichtigt, nicht jedoch der konkrete Abriss von Forschungs- und Demonstrationsanlagen, die z. T. auch anderen Zwecken als der Entwicklung der Kernenergie dienen.

Ein umfangreicher Schwerpunkt ist dagegen *Kernfusion*, die ausschließlich mit institutionellen Mitteln gefördert wird. Die Arbeiten sind derzeit der Grundlagenforschung zuzurechnen.

Eingesetzte und zurechenbare Fördermittel

Die Aufteilung der Fördermittel auf die Schwerpunktthemen ist der *Tabelle 1* zu entnehmen; ihr zeitlicher Verlauf ist in

Abbildung 1 dargestellt. Dabei wird Folgendes deutlich:

- Die LWR-Technik, auf der heute die gesamte deutsche Stromerzeugung aus Kernenergie basiert, wurde vergleichsweise gering gefördert. Der weit überwiegende Teil der Entwicklungskosten wurde vielmehr von Herstellerindustrie und Kraftwerksbetreibern aufgebracht.
- Der Höhepunkt der Forschungsförderung lag etwa im Zeitraum 1972 bis 1989. Insbesondere die Themen Wiederaufarbeitung, Schneller Brüter und Hochtemperaturreaktor sind seinerzeit unter den SPD-geführten Regierungen konzipiert, begonnen und später maßgeblich auch selbst wieder in Frage gestellt oder abgelehnt worden.
- Seit den 1990er Jahren ist die Förderung sehr stark zurückgegangen; sie beschränkt sich heute fast ausschließlich auf die Themen Sicherheit der Reaktoren und Endlagerung sowie in geringerem Maße auf die Stilllegung kerntechnischer Anlagen.

In *Tabelle 1* sind die Forschungsaufwendungen in zwei Blöcke differenziert:

Der heutigen Kernenergienutzung direkt zuzuordnen sind die Forschungsthemen LWR-Technologie, Reaktorsicherheit LWR, Kernbrennstoffkreislauf und Stilllegung. Die Ergebnisse der Arbeiten haben die Stromerzeugung aus Kernenergie und das nukleare Entsorgungskonzept in Deutschland direkt beeinflusst. Das Fördervolumen zwischen 1956 und 2002 beträgt ca. 7,43 Mrd. Euro.

Dagegen können die Themen Schneller Brüter, Hochtemperaturreaktor und Kernfusion der heutigen Kernenergienutzung nicht zugeordnet werden:

Das Aus für den schnellen Brutreaktor SNR 300 im Jahre 1991 ist politisch bedingt. Eine zunehmende Unsicherheit über die Fortsetzung der Genehmigungsverfahren machten es den damaligen Finanziers,

Forschungsthema	Mrd. €
Arbeiten, die der LWR-Technologie und ihrem Brennstoff-Kreislauf zuzuordnen sind:	
LWR-Technologie (einschließlich Forschungsreaktoren und Nuklearschiff „Otto Hahn“)	0.50
Reaktorsicherheit LWR	2.60
Kernbrennstoff-Kreislauf	4.18
Stilllegung	0.15
Summe „LWR“	7.43
Arbeiten zu Energieerzeugungsarten, mit denen heute in Deutschland (noch) kein Strom erzeugt wird.	
Schneller Brüter	3.57
Hochtemperatur-Reaktor	2.39
Kernfusion	2.46
Summe „Sonstige“	8.42
Gesamt	15.85

Tab. 1: Forschungsförderung Kernenergie und Kernfusion 1956 bis 2002, differenziert nach Einzelthemen [1 bis 3]

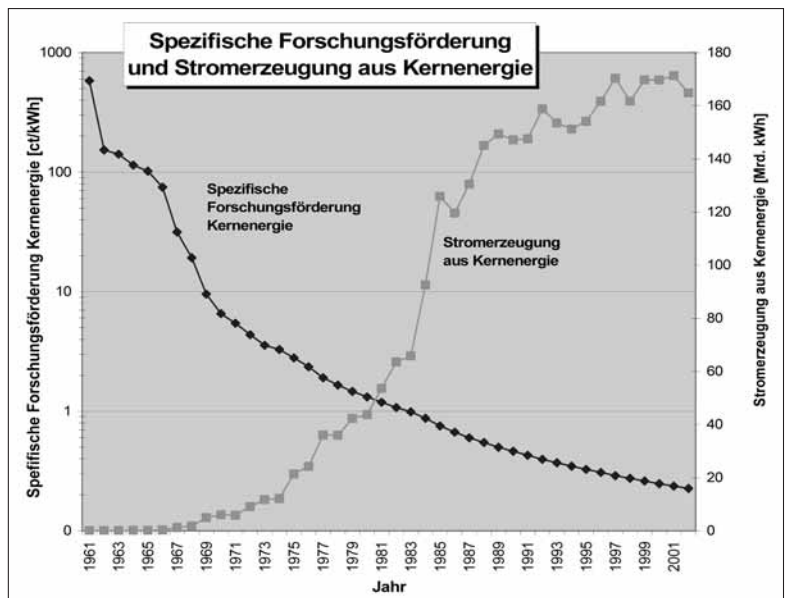


Abb. 2: Spezifische Forschungsförderung Kernenergie (LWR-Technologie und Brennstoffkreislauf) und Stromerzeugung aus Kernenergie 1961 bis 2002 [1 bis 3, 7]

Energieversorgungsunternehmen und dem Bundesministerium für Forschung und Technologie, nicht mehr möglich, die steigenden Verzögerungen zu schultern.

Ähnliches gilt für den THTR 300, der 1989 vom Betreiber stillgelegt werden musste, weil hinsichtlich der Finanzierung des weiteren Betriebs dieses Prototypkraftwerks keine Einigung mit dem Land Nordrhein-Westfalen erreicht werden konnte.

Die Kernfusion bewegt sich bis auf weiteres noch im Bereich der Grundlagenforschung, deren Finanzierung eine Aufgabe der öffentlichen Hand in ihrer Verantwortung für die Daseinsvorsorge und die langfristige Energiebereitstellung ist.

Vergleich mit anderen Energieträgern und volkswirtschaftlicher Nutzen

Die der Kernenergienutzung zuzurechnenden F+E-Mittel wären zu vergleichen mit der Förderung anderer Energieträger, beispielsweise:

– Steinkohle:

Forschungsmittel mehr als 2,4 Mrd. Euro seit 1974 [3]; dazu Subventionen im direkten Sinn („Kohlepfennig“) über 60 Mrd. Euro, davon alleine in den letzten drei Jahren ca. 15,2 Mrd. Euro aus dem Steueraufkommen [6].

– Regenerative Energieträger:

Forschungsmittel von über 3,8 Mrd. Euro seit 1974 [3]. Daneben die von den Stromkunden getragene Differenz zwischen Vergütungszahlung und Marktpreis in Höhe von ca. 3,6 Mrd. Euro [6] allein in den letzten drei Jahren.

Die F+E-Aufwendungen der öffentlichen Hand für Kernenergie bewegen sich also nicht in einer oft zitierten exorbitanten Höhe, im Gegenteil: Sie sind im Vergleich mit anderen Energieträgern und in Anbetracht des Stromerzeugungspotentials der Kernenergie eher unbedeutend und haben ihr Ziel, eine wirtschaftliche, umweltfreundliche und sichere Stromerzeugung auf den Weg zu bringen, zügig erreicht.

Bis Ende 2002 sind in den alten Bundesländern 3 285 Mrd. kWh Strom aus Kernenergie erzeugt worden. Bezieht man die der Kernenergie zuzurechnenden F+E-Mittel darauf, so beträgt der Forschungsanteil rund 0,2 Cent/kWh. Dabei ist die Tendenz weiter fallend, weil einer nuklearen Stromerzeugung auf weiterhin sehr hohem Niveau nur noch geringe Forschungsaufwendungen gegenüberstehen (Abbildung 2).

Legt man über die gesamte Zeit der Kernenergienutzung von 1961 bis heute einen Kostenvorteil von nur 1 ct/kWh gegenüber anderen Energieträgern zugrunde, was äußerst konservativ ist, so resultiert ein volkswirtschaftlicher Nutzen von mindestens 32 Mrd. Euro aus dem Einsatz der Kernenergie, also ein Vielfaches der staatlichen Aufwendungen. Bei keinem anderen Energieträger ist ein vergleichbarer Nutzen eingesetzter öffentlicher Mittel bekannt.

Fazit

Die Kernkraftwerke, die heute Strom aus Kernenergie erzeugen, haben nie Subventionen erhalten. Eingesetzte F+E-Mittel der öffentlichen Hand waren als Anschubfinanzierung gedacht und haben dort, wo die

einzelnen Technologien sich entfalten konnten, ihren Zweck überzeugend erfüllt.

Andere Energieträger, wie Steinkohle oder Regenerative Energien, erhielten und erhalten Unterstützungsmittel, entweder aus öffentlichen Haushalten oder durch EEG-Umlage von den Kunden, ohne dass das Ziel wirtschaftlicher Stromerzeugung entscheidend näher rückt.

Insbesondere bei den regenerativen Energien steigt die gesetzlich vorgeschriebene Förderung weiter an, weil sie direkt mit der Stromerzeugung verknüpft ist. Dagegen ist der F+E-Anteil im Kernenergie-Strompreis schon jetzt sehr gering nimmt weiter ab.

Der volkswirtschaftliche Nutzen der Kernenergie-Entwicklung steht mithin außer Zweifel. Der Einsatz öffentlicher Mittel wurde durch den im Vergleich günstigeren Strompreis vielfach überkompensiert.

Literatur

- [1] S. Jacke, in H. Michaelis, C. Salander (Hrsg.): Handbuch der Kernenergie, Frankfurt am Main (1995) S. 423 f
- [2] Wissenschaftsrat: Stellungnahme zur Energieforschung (1999), S. 165 f
- [3] Programme „Energieforschung und Energietechnologie“ des BMWA, BMBF und Vorgängerministerien
- [4] Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF): Programmbudgets der Jahre 1976 bis 2002.
- [5] W. D. Müller: Geschichte der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland, Stuttgart (1990)
- [6] Frankfurter Allgemeine Zeitung, 18.09.2003, nach Angaben der Netzbetreiber, des BMWA und des Instituts für Weltwirtschaft
- [7] M. Weis, W. Hortmann: Die Bedeutung der Kernenergie in der Stromversorgung; Elektrizitätswirtschaft, Jg. 102/12, S. 36