

Volkswirtschaftliche Bedeutung der Stromwirtschaft für den Kanton Bern

**Studie im Auftrag des Handels- und Industrievereins
des Kantons Bern und des Verbands Berner KMU**

Basel, Dezember 2007

Impressum

Herausgeber

BAK Basel Economics

Projektleitung

Urs Müller

Redaktion

Jan Baumann
Michael Grass
Urs Müller

Information

urs.mueller@bakbasel.com
+41 61 279 97 33

Postadresse

BAK Basel Economics
Gueterstrasse 82
CH-4002 Basel
Tel. +41 61 279 97 00
Fax +41 61 279 97 28
info@bakbasel.com
<http://www.bakbasel.com>

Inhalt

1	Einleitung	7
2	Gesamtschweizerische Energieperspektiven	9
2.1	Hintergrund	9
2.2	Diagnose: «Stromlücke»	9
2.3	UVEK-Szenarien	10
2.4	Überblick	15
3	Energiewirtschaftliche Szenarien für den Kanton Bern	16
3.1	Basisszenario Mühleberg (Szenario «KKM»)	17
3.2	Neues Kernkraftwerk (Szenario «EPR»)	18
3.3	Neues Gaskombikraftwerk (Szenario «GUD»)	19
3.4	Überblick	20
4	Volkswirtschaftliche Auswirkungen	21
4.1	Methoden und Datenquellen	21
4.2	Der Energiesektor im Kanton Bern	27
4.3	Direkte volkswirtschaftliche Effekte verschiedener Kraftwerkstypen	29
4.4	Indirekte volkswirtschaftliche Effekte verschiedener Kraftwerkstypen	31
4.5	Direkte und indirekte Steuereffekte verschiedener Kraftwerkstypen	34
4.6	Volkswirtschaftliche Effekte durch den Bau verschiedener Kraftwerkstypen	35
4.7	Induzierte volkswirtschaftliche Effekte verschiedener Kraftwerkstypen (Modell-Typ II)	36
4.8	Überblick	39
5	Einordnung der Ergebnisse in die Literatur	41
6	Zusammenfassung	43
7	Literaturverzeichnis	47

Abkürzungen

%	Prozent
°C	Grad Celsius
Abb.	Abbildung
BE	Kanton Bern
Bem.	Bemerkung
BFE	Bundesamt für Energie
BIP	Bruttoinlandsprodukt
Bspw.	Beispielsweise
Bzw.	Beziehungsweise
Ca.	Circa
CH	Schweiz
CHF	Schweizer Franken
CO ₂	Kohlendioxid
D.h.	Das heisst
Durchschn.	Durchschnitt
EE	Erneuerbare Energien (Fotovoltaik, Wind, Geothermie, Holz, Biogas, Klärgas, Abfall (50%) und Wasserkraft bis 10 MW)
Eink.Steuer	Einkommensteuer
EPR	European Pressurized Water Reactor
Et al.	Et alia (und andere)
Etc.	Et cetera (und so weiter)
GKW	Gaskraftwerk
GUD	Gas- und Dampfturbinenkraftwerk
GWh	Gigawattstunde(n)
GWK	Grosses Wasserkraftwerk
Inkl.	Inklusive
Jährl.	Jährlich
KKM	Kernkraftwerk Mühleberg
KKW	Kernkraftwerk
KMU	Kleiner und mittelständische Unternehmen
KWh	Kilowattstunde(n)
M ³ /s	Kubikmeter pro Sekunde
Mehrj.	Mehrjahres
Mia.	Milliarde
Mio.	Million
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde(n)
NEI	Nuclear Energy Institute
Rp.	Rappen
Tab.	Tabelle
TWh	Terrawattstunde(n)
US	United States
Usw.	Und so weiter
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
Vgl.	Vergleich
WKK	Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen
X	Mal
z.B.	Zum Beispiel

Abbildungen

Abb. 1:	Schematische Darstellung einer Input-Output-Tabelle	23
Abb. 2:	Struktur des Berner Energiesektors	27
Abb. 3:	Der Berner Energiesektor 1980-2006 im Vergleich zur nationalen Branche	28
Abb. 4:	Direkte Wertschöpfungseffekte [Mio. CHF]	29
Abb. 5:	Direkte Wertschöpfungseffekte pro erzeugter Leistung [Rp/MWh]	29
Abb. 6:	Direkte Beschäftigungseffekte [Personen]	30
Abb. 7:	Direkte Beschäftigungseffekte pro erzeugter Leistung [Personen/TWh]	30
Abb. 8:	Direkte Einkommenseffekte [Mio. CHF]	30
Abb. 9:	Direkte Einkommenseffekte pro erzeugter Leistung [Rp/MWh]	30
Abb. 10:	Indirekte Wertschöpfungseffekte [Mio. CHF]	31
Abb. 11:	Indirekte Wertschöpfungseffekte pro erzeugter Leistung [Rp/MWh]	31
Abb. 12:	Indirekte Beschäftigungseffekte [Personen]	32
Abb. 13:	Indirekte Beschäftigungseffekte pro erzeugter Leistung [Personen/TWh]	32
Abb. 14:	Indirekte Einkommenseffekte [Mio. CHF]	33
Abb. 15:	Indirekte Einkommenseffekte pro erzeugter Leistung [Rp/MWh]	33
Abb. 16:	Direkte und indirekte Steuereffekte [Mio. CHF]	34
Abb. 17:	Direkte und indirekte Steuereffekte pro erzeugter Leistung [Rp/MWh]	34
Abb. 18:	Volkswirtschaftliche Effekte durch den Kraftwerkneubau	35
Abb. 19:	Induzierte Wertschöpfungseffekte [Mio. CHF]	36
Abb. 20:	Induzierte Wertschöpfungseffekte pro erzeugter Leistung [Rp/MWh]	36
Abb. 21:	Induzierte Beschäftigungseffekte [Personen]	37
Abb. 22:	Induzierte Beschäftigungseffekte pro erzeugter Leistung [Personen/TWh]	37
Abb. 23:	Induzierte Einkommenseffekte [Mio. CHF]	37
Abb. 24:	Induzierte Einkommenseffekte pro erzeugter Leistung [Rp/MWh]	37
Abb. 25:	Induzierte Effekte durch den Kraftwerkneubau	38
Abb. 26:	Induzierte Steuereffekte [Mio. CHF]	38
Abb. 27:	Induzierte Steuereffekte pro erzeugter Leistung [Rp/KWh]	38
Abb. 28:	Effektive Wertschöpfungseffekte verschiedener Kraftwerkstypen [Mio. CHF]	43
Abb. 29:	Effektive Wertschöpfungseffekte verschiedener Kraftwerkstypen [Rp/KWh]	43
Abb. 30:	Effektive Beschäftigungseffekte verschiedener Kraftwerkstypen [Personen/TWh]	44
Abb. 31:	Effektive Einkommenseffekte verschiedener Kraftwerkstypen [Rp/KWh]	44
Abb. 32:	Effektive Steuereffekte verschiedener Kraftwerkstypen [Rp/KWh]	45
Abb. 33:	Effektive volkswirtschaftliche Effekte beim Neubau verschiedener der Kraftwerke [Mio. CHF, Beschäftigung in Personen]	45

Tabellen

Tab. 1:	Varianten der Stromlückenschliessung	15
Tab. 2:	Vorleistungskosten im Szenario KKM	17
Tab. 3:	Vorleistungskosten im Szenario EPR	18
Tab. 4:	Energiewirtschaftliche Szenarien für den Kanton Bern: Kraftwerkstypen	20
Tab. 5:	Ergebnisse der Impact-Analyse (Modell vom Typ I)	39
Tab. 6:	Ergebnisse der Impact-Analyse (Modell vom Typ II)	40
Tab. 7:	Ergebnisse der Impact-Analyse des Nuclear Energy Institute	41
Tab. 8:	Spannweite der Ergebnisse der NEI-Studien	42

1 Einleitung

Im Jahr 2007 hat der Bund seine „Energieperspektiven 2035“ vorgelegt. Selbst im optimistischsten Fall von vier verschiedenen Szenariorechnungen wird sich in den nächsten 10 bis 15 Jahren in der Schweiz eine wachsende Lücke zwischen Stromproduktion und –nachfrage ergeben. Das Problem der so genannten «Stromlücke» ergibt sich selbst bei stagnierendem Stromverbrauch, da drei ältere Kernkraftwerke abgeschaltet werden müssen und zudem langfristige Stromlieferverträge mit französischen Kernkraftwerken auslaufen. Die Stromlücke ergibt sich somit zunehmend im Bereich der Grundlast.

Aus wirtschaftspolitischer Perspektive gibt es (neben verschiedenen energiepolitischen Optionen zur Beeinflussung der Energie- und speziell der Stromnachfrage) verschiedene Möglichkeiten, diese faktisch unvermeidliche Stromlücke zu schliessen: Bau von Kernkraftwerken, Bau von Gaskraftwerken oder aber Import der benötigten Strommengen.

Kernkraftwerke dienen ausschliesslich der Abdeckung der Grundlast (Bandenergie). Gaskraftwerke können je nach Grösse für die Grund-, Mittel- oder Spitzenlastabdeckung (Spitzenenergie) verwendet werden und sind damit flexibler im Einsatz als Kernkraftwerke. Für die Schweiz bietet sich folgende Aufteilung der Stromproduktion an:

- Grundlast (immer): Flusskraftwerke, Kernkraftwerke, grosse Gaskraftwerke
- Mittellast (viele Stunden pro Tag): Gaskraftwerke
- Spitzenlast (wenige Stunden pro Tag): Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke, kleine Gaskraftwerke

Erneuerbare Energien sind in obiger Aufstellung nicht enthalten, weil ihr Anteil am gesamten Stromverbrauch weiterhin gering sein wird, obwohl deren Bedeutung zunehmen wird. Insofern umfasst obige Darstellung die Elektrizitätsangebots-Varianten A, B, C und G in «Energieperspektiven 2035, Synthese» des Bundesamtes für Energie (BFE 2007a).

Aus volkswirtschaftlicher Optik ist Stromimport dann sinnvoll (im Sinne von gesamtwirtschaftlich effizient), wenn im Ausland günstiger produziert werden kann, wobei die Durchleitungskosten vom ausländischen Produktionsort bis in die Region eines inländischen Kraftwerkes Teil der Gestehungskosten sind. Bei Verwendung derselben Technologie (inkl. Umweltvorschriften) kann davon ausgegangen werden, dass die Kosten im Inland und im Ausland sehr ähnlich sind. Bewegen sich die erwarteten Kosten für inländischen und ausländischen Strom in derselben Grössenordnung, ist eine inländische Produktion vorzuziehen, weil sie (A) die Versorgungssicherheit erhöht und (B) regionale Wertschöpfung und Beschäftigung generiert. Dieser letzte Punkt wird in der Folge in den Vordergrund gestellt.

In der vorliegenden Studie wird eine Analyse der volkswirtschaftlichen Konsequenzen der drei Optionen (1) Kernkraftwerk, (2) Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk, (3) Import für den Kanton Bern durchgeführt. Ziel des Projektes ist die Abschätzung der regionalwirtschaftlichen Wirkungen verschiedener energiewirtschaftlicher Optionen für den Kanton Bern. Dabei soll gezeigt werden, welche Vorteile die Region bezüglich Wertschöpfung, Beschäftigung und Steuererträgen hat, wenn die Stromerzeugung weiterhin regional erfolgt und nicht durch Stromimporte

ersetzt wird. Die Ergebnisse dieser Studie sollen neben energiepolitischen Argumenten in die Diskussion um die Zukunft der Stromwirtschaft in der Schweiz und speziell im Kanton Bern einfließen.

Aufgrund von weiteren KKW-Abschaltungen, Auslaufen von langfristigen Stromlieferverträgen mit Frankreich und einem weiteren Anstieg des Stromverbrauchs in der Schweiz ist eine Stromlücke faktisch eine Tatsache. Im Kanton Bern muss beim gegenwärtigen Stand davon ausgegangen werden, dass das bestehende Kernkraftwerk Mühleberg in den nächsten 5 bis 15 Jahren abgeschaltet wird.

Für eine Schliessung der Stromlücke kommen insbesondere folgende Optionen in Betracht:

- Bau von Kernkraftwerken (KKW) der neuen Generation (z.B. europäischer Druckwasserreaktor (EPR) mit einer Leistung von je ca. 1600 MW)
- Bau von Gas-Kombikraftwerken (Gas- und Dampfturbinenkraftwerk (GUD) mit einer Leistung von je 300 bis 800 MW)
- Import der benötigten Strommengen

Als Basisszenario wird die heutige Situation angenommen, in der das bestehende Kernkraftwerk Mühleberg noch in Betrieb ist, aber im Kanton Bern kein neues Grosskraftwerk gebaut, sondern die Differenz an Strom importiert wird.

Das Projekt untersucht folgende Fragen:

- Welche regionalwirtschaftlichen Auswirkungen hat das Kernkraftwerk Mühleberg bzw. welche Auswirkungen hat die Abschaltung von Mühleberg?
- Welche regionalwirtschaftlichen Auswirkungen hat ein neues Kernkraftwerk?
- Welche regionalwirtschaftlichen Auswirkungen hat ein neues GuD-Kombikraftwerk?

Für diese drei Varianten werden in einer modellbasierten Impact-Analyse jeweils die Auswirkungen auf die Wertschöpfung, die Beschäftigung und die Steuererträge in der Region analysiert. Die Höhe der Importe wird nicht gesondert analysiert, da deren regionalwirtschaftliche Effekte sehr gering sind.

Neben den ökonomischen Auswirkungen unterschiedlicher Technologien der Stromproduktion werden in der öffentlichen und politischen Debatte insbesondere umweltpolitische Aspekte diskutiert. Dies betrifft beispielsweise die Frage der Endlagerung radioaktiver Abfälle oder den CO₂-Ausstoss bei Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerken. Die Untersuchung der ökologischen Konsequenzen der verschiedenen Technologien ist die Aufgabe anderer wissenschaftlicher Disziplinen. Die vorliegende Studie befasst sich lediglich mit den wirtschaftlichen Auswirkungen. Auch nicht untersucht werden alternative Technologien der Stromerzeugung (Wind, Photovoltaik, Wasserstoff), da sie in der Diskussion zur Schliessung der Stromlücke derzeit nicht im Vordergrund stehen.

Der Bericht ist wie folgt gegliedert: Zunächst werden die vom Bundesamt für Energie dargestellten gesamtschweizerischen Energieperspektiven nochmals in Kürze aufgegriffen und erläutert. Im Anschluss daran werden die spezifischen energiewirtschaftlichen Szenarien für den Kanton Bern illustriert. Kapitel fünf stellt die Ergebnisse der Impact-Analyse dar. In Kapitel sechs erfolgt die Einordnung der Ergebnisse in die Literatur. Kapitel sieben schliesst mit einer Zusammenfassung der Erkenntnisse und daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen.

2 Gesamtschweizerische Energieperspektiven

Im Jahr 2007 hat das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) die «Energieperspektiven 2035» veröffentlicht, in welchen die Handlungsspielräume für die künftige Energiepolitik der Schweiz untersucht wurden. Ergebnis der UVEK-Studie sind verschiedene Energie-Szenarien, die im vorliegenden Projekt für die Ableitung von Annahmen im Hinblick auf grundlegende, die gesamte Schweiz betreffende energiewirtschaftliche Aspekte herangezogen wurden. Nachfolgend werden die Hauptaspekte der UVEK-Szenarien kurz aufgegriffen und erläutert.

2.1 Hintergrund

Im Jahr 2007 hat das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) die «Energieperspektiven 2035» veröffentlicht, in welchen die Handlungsspielräume für die künftige Energiepolitik der Schweiz untersucht wurden. Dazu wurden die neusten Fakten, Daten und Erkenntnisse gesammelt und als Grundlage für die Einschätzung der zukünftigen Entwicklungen verwendet.

Experten bildeten auf dieser Diskussionsbasis verschiedene Energie-Szenarien, im Folgenden UVEK-Szenarien genannt. Anschliessend wurden die Folgen der UVEK-Szenarien für die Wirtschaft, die Gesellschaft und die Politik bewertet. Die im Rahmen der vorliegenden Studie relevanten Hauptaspekte der UVEK-Studie werden im Folgenden kurz aufgegriffen und erläutert. Für detaillierte Informationen wird auf BFE [2007a] verwiesen.

2.2 Diagnose: «Stromlücke»

In allen UVEK-Szenarien des Berichts erwarten die Bundesbehörden unabhängig von der zukünftigen Energiepolitik keine Zunahme des Gesamtenergieverbrauchs pro Kopf. Im Stromsegment differieren die Auswirkungen der politischen Handlungsszenarien hingegen zwischen dem Verbleiben des Stromkonsums auf ungefähr dem Niveau des Jahres 2000 und einem Nachfragezuwachs um einen Drittel bis zum Jahr 2035. In allen UVEK-Szenarien liegt im Jahr 2035 eine kleinere oder grössere Versorgungslücke vor.

Der Zeitpunkt des Eintritts der Lücke wird durch die Entwicklung der Elektrizitätsnachfrage wenig beeinflusst, da diese in allen UVEK-Szenarien zunächst noch ansteigt. Die Stromlücke öffnet sich ab den Winterhalbjahren 2018 bis 2020, wenn Bezugsrechte im Ausland nicht verlängert werden und kein Kapazitätsausbau erfolgt.

Insgesamt werden sieben Varianten beschrieben, wie die Stromlücke von der Angebotsseite her grundsätzlich geschlossen werden könnte. Es sind dies:

- A Nuklear:** Der Ausbaubedarf wird ab 2030 vorwiegend durch neue Kernkraftwerke (KKW) gedeckt. Als Übergangslösung sind wegen der voraussichtlich langen Planungs- und Entscheidungsprozesse für neue Kernkraftwerke von 2020 bis 2030 Stromimporte nötig.
- B Nuklear und fossil-zentral:** Um Stromimporte bis zur Inbetriebnahme eines neuen Kernkraftwerks zu vermeiden, werden vorerst GuD-Kraftwerke gebaut.
- C Fossil-zentral:** Bis 2035 wird die Lücke vorwiegend durch GuD-Kraftwerke geschlossen.
- D Fossil-dezentral:** Der Ausbaubedarf wird vorwiegend durch erdgasbefeuerte Wärme-Kraft- Kopplungsanlagen (WKK) gedeckt.
- E Erneuerbare Energien:** Die Lücke wird mit erneuerbaren Energien geschlossen.
- F Veränderte Laufzeit:** Es wird eine Verkürzung der Laufzeit der bestehenden Kernkraftwerke auf 40 Jahre unterstellt. Als Alternative wird eine Verlängerung der Laufzeiten der Anlagen Beznau und Mühleberg auf 60 Jahre untersucht.
- G Import:** Die Lücke wird vorwiegend mit Stromimporten geschlossen.

2.3 UVEK-Szenarien

Insgesamt wurden vier UVEK-Szenarien entwickelt:

UVEK-Szenario I	«Weiter wie bisher»
UVEK-Szenario II	«Verstärkte Zusammenarbeit»
UVEK-Szenario III	«Neue Prioritäten»
UVEK-Szenario IV	«2000-Watt-Gesellschaft»

Im Hinblick auf die zukünftigen soziodemographischen, wirtschaftlichen, technologischen oder ökologischen Rahmenbedingungen wird in allen Szenarien dieselbe Entwicklung unterstellt:

- die Bevölkerung wächst von 7.2 Millionen im Jahr 2001 auf 7.6 Millionen im Jahr 2035
- die Wirtschaft wächst jährlich um 1 Prozent, die Beschäftigtenzahl stagniert
- die Verkehrsleistung beim Güter- und Personenverkehr nimmt um 1.0 bzw. 1.7 Prozent zu
- das Klima erwärmt sich bis 2050 um 1.2 Grad und die Niederschläge gehen zurück und
- die Erdölpreise steigen bis 2050 auf etwa 50 Dollar/Fass (real, zu Preisen von 2003).

Grundsätzlich lassen sich massnahme- und zielorientierte Szenarien unterscheiden:

Massnahmeorientiert: In UVEK-Szenario I «Weiter wie bisher» und II «Verstärkte Zusammenarbeit» werden die technischen, energetischen, wirtschaftlichen und ökologischen Folgen von verschiedenen Politikvarianten untersucht.

Zielorientiert: UVEK-Szenario III «Neue Prioritäten» und IV «Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft» gehen von quantitativen Zielen aus und zeigen auf, wie eine Reduktion der Endenergienachfrage pro Kopf, eine Reduktion der CO₂-Emissionen und die Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung erreicht werden können. Hier wird vorausgesetzt, dass das Bewusstsein für die notwendige Kursänderung überall wächst, sich die industrialisierten Länder vergleichbar engagieren und sich dadurch die technische Entwicklung in der Energieeffizienz und den erneuerbaren Energien weltweit beschleunigt.

2.3.1 UVEK-Szenario I «Weiter wie bisher»

Rahmenbedingungen

Die bisherige Energiepolitik mit Grenzwerten für den Energieverbrauch im kantonalen Baurecht, Luftreinhalteverordnung und leistungsabhängiger Schwerverkehrsabgabe wird weitergeführt. Die Gebäudestandards werden dem erwarteten technischen Fortschritt angepasst. Das Programm Energie Schweiz mit seinen jährlich 45 Millionen Franken wird fortgesetzt und die Globalmittel der Kantone zur Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien in Höhe von ca. 40 Millionen Franken pro Jahr stehen weiterhin zur Verfügung und werden von den Kantonen verwaltet.

Nachfrage

Die Endenergienachfrage steigt bis 2035 um 2% gegenüber 2000. Der Anstieg erfolgt bis 2010, ab 2010 bleibt die Nachfrage praktisch unverändert. Die Elektrizitätsnachfrage steigt um 29%. Der Endenergieverbrauch pro Kopf nimmt in UVEK-Szenario I bis 2035 um 3 % ab. Der seit den 1980er Jahren beobachtete Trend, wonach der Energiekonsum langsamer als die Wirtschaft wächst, setzt sich fort. Der Stromkonsum hingegen steigt aber zukünftig im Gleichschritt mit der Wirtschaft und verursacht eine Deckungslücke in der Höhe von 36 % des heutigen inländischen Bedarfs.

Angebot

In UVEK-Szenario I tritt die Stromlücke ohne Ausbau des bestehenden Stromangebots im Winterhalbjahr 2018 auf. Sie wächst bis 2035 auf 22.3 TWh pro Jahr (16.1 TWh im Winter). Es erfolgt ein geringer autonomer Kapazitätsausbau mit erneuerbaren Energien und Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen als Folge der Rahmenentwicklungen, technischer Fortschritte und der bestehenden Förderinstrumente. UVEK-Szenario I erfordert eine Angebotsstrategie mit dem Schwerpunkt auf Grosskraftwerken oder Importen, also eine der Varianten A, B, C und G. Die mittel- und langfristigen Klimaziele werden in diesem Szenario verfehlt, je nach Art der Stromproduktion mehr oder weniger.

Angebotsvarianten zur Schliessung der Stromlücke

- 2 KKW der neuen Generation à 1600 MW ab 2031. Bis zu deren Inbetriebnahme erfolgen ab 2020 bedeutende Stromimporte.
- 5 GuD (1 x 357 MW und 4 x 550 MW) ab 2020 und 1 KKW ab 2031.
- 7 GuD (1 X 357 MW und 6 x 550 MW) ab 2020.
- Die Lücke wird vollständig durch Importe gedeckt.

2.3.2 UVEK-Szenario II «Verstärkte Zusammenarbeit»

Rahmenbedingungen

Dieses UVEK-Szenario ist geprägt von einer verstärkten Zusammenarbeit von Politik und Wirtschaft. Zu den wichtigsten Instrumenten zur Erreichung einer höheren Energieeffizienz gehören eine CO₂-Abgabe auf Brennstoffe und ein Bonus-Malus-System für Personenwagen. Jährlich werden 330 Millionen Franken für die Förderung des grünen Stroms verwendet und 200 Millionen Franken fließen in die Effizienzsteigerung und die Förderung der erneuerbaren Energien. Zur Erfüllung der Reduktionsverpflichtungen im Ausland werden 30 Millionen Franken in den Kauf ausländischer CO₂-Zertifikate investiert.

Nachfrage

Die Gesamtenergienachfrage geht nach einem Anstieg bis 2010 langsam zurück. Die Endenergienachfrage nimmt im Jahr 2035 gegenüber 2000 4 % ab. Der Anteil der erneuerbaren Energien steigt. Die Nachfrage nach Elektrizität wächst um 23%. Der Stromverbrauch wächst mit jährlich knapp 0.6% bis 2035 schwächer als in UVEK-Szenario I. Die Deckungslücke öffnet sich wie in UVEK-Szenario I ab 2018 und erreicht am Ende des Betrachtungszeitraums 18.6 TWh, was immer noch 30% der heutigen inländischen Stromnachfrage entspricht. Bis zum Jahr 2035 können 5.7 TWh an erneuerbaren Energien zugebaut werden, was mehr als dem Dreifachen des UVEK-Szenarios I entspricht.

Angebot

In der Variante A entfallen im Jahre 2035 rund 40 Prozent der mittleren Stromerzeugung aus Kernkraftwerken. Aus dem Zeitbedarf für den Zubau von Kernkraftwerken resultiert vorübergehend ein Importüberschuss. Ab 2030 entsteht vorübergehend ein Exportüberschuss von rund 15 TWh. In der Angebotsvariante B wird die Lücke vorerst fossil-zentral mit neuen GuD-Kraftwerken geschlossen. Im Jahr 2031 steht ein Kernkraftwerk der Leistungsklasse 1'600 MW im Normalbetrieb. In der Übergangsperiode 2019-2031 sind drei GuD-Kraftwerke notwendig, um die Lücke zu schliessen. In Variante C erfolgt der Kapazitätsausbau mit GuD-Kraftwerken. In Variante G sind 12.7 TWh Importe notwendig, um den Landesverbrauch im Jahr zu decken.

Angebotsvarianten zur Schliessung der Stromlücke

- 2 KKW der neuen Generation à 1 600 MW ab 2031 und erneuerbare Energien (5.7 TWh). Bis zur Inbetriebnahme der KKW erfolgen ab 2020 bedeutende Stromimporte.
- 3 GuD (1 x 357 MW und 2 x 550 MW) ab 2020, 1 KKW ab 2031 und erneuerbare Energien.
- 5 GuD (1 x 357 MW und 4 x 550 MW) ab 2020 und erneuerbare Energien.
- Die verbleibende Lücke wird mit Importen und neuen erneuerbaren Energien geschlossen.

2.3.3 UVEK-Szenario III «Neue Prioritäten»

Rahmenbedingungen

Die in UVEK-Szenario III vorgegebenen Ziele beinhalten eine Reduktion des Energiekonsums pro Kopf und der CO₂-Emissionen um 34% bis 2035 sowie eine Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energieträger auf 24% im Wärmebereich und auf 10% beim Treibstoff. Die Energiepreise werden mit einer neuen Energielenkungsabgabe für die Konsumenten ab 2012 um 100% bei den fossilen Energieträgern und um 30% bei der Elektrizität verteuert.

Nachfrage

Die Endenergienachfrage sinkt um 14%, der Stromkonsum legt aber immer noch um 13% zu. Die Stromnachfrage nimmt bis 2015 noch deutlich zu und liegt 2035 noch um 14% über dem Wert des Jahres 2000.

Angebot

Wie in den UVEK-Szenarien I und II öffnet sich die Deckungslücke ab 2018. Sie wächst bis 2035 auf 13.5 TWh, was 22 % des heutigen Landesverbrauchs entspricht. Die Mixvarianten D & E und C & E sind zur Schliessung dieser Lücke eher realisierbar als die reinen Varianten D oder E. Die Variante D muss nämlich die vorhandenen Potenziale für Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen sehr stark ausschöpfen, was sehr weitgehende politische Eingriffe erfordert. Für Variante E müssen der Ausbau der Grosswasserkraftwerke, sowie die im Jahre 2020 wahrscheinlich noch nicht breit verfügbare Stromproduktion aus Geothermie unterstellt werden. In der Variante C sowie in der Mixvariante C & E werden erdgasbetriebene Kraftwerke mit Holzgaszuführung mit erneuerbaren Energien kombiniert. In dieser Mixvariante sind bis 2035 drei neue GuD-Kraftwerke mit Holzgaszuführung notwendig. In diesem Fall werden 8.1 TWh Strom mit erneuerbaren Energieträgern ohne Grosswasserkraft produziert. Mit der Variante G beträgt der Stromimportbedarf 11.5 TWh im Jahre 2035.

Angebotsvarianten zur Schliessung der Stromlücke

- 1 KKW der neueren Generation à 1 600 MW ab 2031. Bis zu dessen Inbetriebnahme erfolgen ab 2020 bedeutende Stromimporte.
- 4 GuD (1 x 357 MW und 3 x Holz/Erdgas GuD à 550 MW) ab 2020.
- Dezentrale Wärmekopplungsanlagen (WKK).
- Erneuerbare Energien und Ausbau der grossen Wasserkraftwerke (GWK).

CO₂-Emissionen

Die gesamten CO₂-Emissionen sinken von 2000 bis 2035 zwischen 26 Prozent (Variante C) und 36 Prozent (Variante E). Zur Reduktion tragen neben den starken Effizienzmassnahmen auch die Zunahme der erneuerbaren Energien im Raumwärme- und Treibstoffbereich bei.

2.3.4 UVEK-Szenario IV «2000-Watt-Gesellschaft»

Rahmenbedingungen

Das zielgerichtete UVEK-Szenario IV beruht auf dem Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft. Die anzustrebenden 2000 Watt beziehen sich auf die durchschnittliche Dauerleistung, welche pro Kopf beansprucht wird (17'520 kWh pro Jahr). Der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch der Weltbevölkerung beträgt heute 2'000 Watt, in der Schweiz sind es hingegen rund 5'000 Watt, davon gegen 3'000 Watt auf fossiler Basis. Für das UVEK-Szenario IV wird davon ausgegangen, dass die 2000-Watt-Gesellschaft bis 2100 erreicht wird.

Nachfrage

Die Endenergienachfrage nimmt in der Folge bis 2035 gegenüber dem Jahr 2000 um 27% ab. Nach einem leichten Anstieg bis 2010 sinkt sie kontinuierlich. Der Stromverbrauch sinkt bis 2035 um 2%. Dank massiver Erhöhung der Stromeffizienz beträgt die Deckungslücke nur mehr 5 TWh, was 10% des heutigen Landesverbrauchs entspricht. Vorausgesetzt bis 2025 kann ein Durchbruch in der Stromerzeugung aus Geothermie erzielt werden, kann die Deckungslücke ausschliesslich durch die zusätzliche Förderung der erneuerbaren Energien gedeckt werden.

Durch ein rascheres Vorantreiben der technischen Entwicklung wird eine Veränderung im Investitions-, Konsum-, Arbeits-, und Mobilitätsverhalten bewirkt. Der Pro-Kopf-Endverbrauch reduziert sich gegenüber 2000 um einen Drittel. Die mittel- und langfristigen Klimaziele werden erreicht, die CO₂-Emissionen gehen um mindestens 40% zurück.

Angebotsvarianten zur Schliessung der Stromlücke

- 1 KKW der neuen Generation à 1 600 MW ab 2031. Bis zu dessen Inbetriebnahme erfolgen ab 2020 Stromimporte.
- 3 GuD (1 x 357 MW und 2 x 550 MW) ab 2020.
- Dezentrale Wärmekoppelungsanlagen.
- Erneuerbare Energien und moderater Ausbau der Wasserkraft.

CO₂-Emissionen

Die CO₂-Emissionen können bis 2035 um 48% (bei den Angebotsvarianten A und E, für die Angebotsvarianten C und D verringert sich die Reduktion auf 41 bis 43%) und der Endenergieverbrauch pro Kopf um 31% reduziert werden.

2.4 Überblick

Mit dem Ende der Betriebsdauer von Kraftwerken und dem Wegfall von Bezugsrechten kommt es stufenweise zu einem sinkenden Stromangebot. Ohne Kapazitätsausbau bis 2035 öffnet sich ab den Winterhalbjahren 2018 bis 2020 eine Stromlücke. Durch die Entwicklung der Elektrizitätsnachfrage wird der Zeitpunkt des Eintritts der Lücke wenig beeinflusst, da in allen UVEK-Szenarien die Nachfrage zunächst noch ansteigt.

Die UVEK-Szenarien beschreiben folgende Varianten zur Schliessung der Stromlücke:

Tab. 1: Varianten der Stromlückenschliessung

Angebotsvarianten	UVEK-Szenario I	UVEK-Szenario II	UVEK-Szenario III	UVEK-Szenario IV
A Nuklear	2 KKW	2 KKW 5.7 TWh EE	1 KKW	1 KKW
B Fossil-zentral und Nuklear	5 GWK 1 KKW	3 GWK 1 KKW 5.7 TWh EE	-	-
C Fossil-zentral	7 GWK	5 GWK 5.7 TWh EE	4 GWK *	3 GWK
D Fossil-dezentral	-	-	17.4 TWh WKK	11.5 TWh WKK
E EE	-	-	15.5 TWh EE 2.6 TWh GWK	10.3 TWh EE 1.0 TWh GWK
C&E Fossil-zentral und EE	-	-	3 GWK * 8.1 TWh EE	-
D&E Fossil-dezentral und EE	-	-	12.1 TWh WKK 9.6 TWh EE	7.6 TWh WKK 6.2 TWh EE
G Importe	20 TWh Importe	12.7 TWh Importe 5.7 TWh EE	11.5 TWh Importe	6.6 TWh Importe

EE: Fotovoltaik, Wind, Geothermie, Holz, Biogas, Klärgas, Abfall (50%) und Wasserkraft bis 10 MW

KKW: Kernkraftwerke zu 1600 MW

GWK: GuD-Kraftwerke (Anlagen zu 550 MW)

WKK: v.a. erdgasbefeuerte Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen

GWK: Grosswasserkraftwerke (über 10 MW)

* mit Holzgaszuführung in Erdgaskraftwerken

Quelle: Bundesamt für Energie BFE

3 Energiewirtschaftliche Szenarien für den Kanton Bern

In der vorliegenden Studie werden die volkswirtschaftlichen Konsequenzen verschiedener Energieszenarien für den Kanton Bern aufgezeigt. Nachfolgend werden die energiewirtschaftlichen Aspekte dieser Szenarien kurz vorgestellt. Hierbei spielen vor allem verschiedene Annahmen bezüglich der Technologie, der Kosten und der Leistung der verschiedenen Varianten der Stromproduktion eine Rolle.

Insgesamt werden vier energiewirtschaftliche Szenarien der Stromproduktion bzw. -versorgung im Kanton Bern analysiert:

Szenario I: Das Kernkraftwerk Mühleberg läuft weiter wie bisher. Die Differenz zum benötigten Strom wird importiert.

Szenario II: Das bestehende Kernkraftwerk Mühleberg wird abgeschaltet und durch ein neues Kernkraftwerk der Klasse EPR ersetzt wird. Die Differenz zum benötigten Strom wird importiert.

Szenario III: (Zusätzliche) Stromproduktion durch den Einsatz eines GuD-Kraftwerks, wie es beispielsweise in Utzenstorf geplant ist. Die Differenz zum benötigten Strom wird importiert.

Gemeinsamkeiten

Da es in allen UVEK-Szenarien zu einer Versorgungslücke kommt, kann für die Analyse verschiedener Kraftwerksoptionen im Kanton Bern angenommen werden, dass deren Grösse bzw. Leistung keinen Einfluss auf den am Markt erzielbaren Preis hat.

Allerdings muss bei GuD-Kraftwerken berücksichtigt werden, dass diese im Gegensatz zu Kernkraftwerken in der Regel nicht ausschliesslich zur Abdeckung der Grundlast dienen, sondern auch die Mittel- und Spitzenlast bedienen und in Folge dessen einen höheren durchschnittlichen Strompreis erzielen.

Bei den Strompreisen und den Kosten der Kraftwerksvarianten werden die gegenwärtigen (relativen) Preise unterstellt. Sollten sich beispielsweise bei den Brennstoffelementen aufgrund von auftretenden Knappheiten bei den Uranreserven die Kosten im Vergleich zu Erdgas erheblich erhöhen, würden sich die Kostenrelationen der Kraftwerke verschieben.

3.1 Basisszenario Mühleberg (Szenario «KKM»)

Das Kernkraftwerk Mühleberg befindet sich an der Aare im Kanton Bern, etwa 2 km nördlich von Mühleberg direkt unterhalb des Wohlensees. Eigentümer und Betreiber ist die BKW FMB Energie AG. Das Kernkraftwerk Mühleberg hat den Betrieb 1972 aufgenommen. Seither wurden mehrere Leistungserhöhungen vorgenommen.

Technologie

Im Wesentlichen besteht ein Atomkraftwerk aus zwei Teilen, dem Nuklearteil, in dem sich der Kernreaktor befindet, und dem konventionellen Teil. Im Nuklearteil wird mit Hilfe der Kernspaltung Wärme produziert. Im KKW Mühleberg sind 240 Brennelemente im Einsatz, in welchen sich das Uran-235 befindet. Die bei der Spaltung abgegebene Wärme verdampft das Wasser zwischen den Brennstäben. Der so entstandene Dampf gelangt über Leitungen zu den Turbinen im konventionellen Anlagenteil, welche die Wärmeenergie in Bewegungsenergie umwandeln. Die Drehbewegung der Turbinen treiben zwei Generatoren an, die Elektrizität erzeugen. Anschliessend wird der Dampf in einem Kondensator mittels Kühlung durch Aarewasser wieder in Wasser umgewandelt. Durch die geringe Kühlwassermenge von 11.6 m³/s kann auf einen Kühlturm verzichtet werden. Anschliessend wird das Wasser wieder in den Reaktorkern zurückgepumpt, wo es wiederum erhitzt wird.

Vorleistungskosten

Die Vorleistungen machen im mehrjährigen Durchschnitt rund 45 Prozent des Outputs aus und entfallen vor allem auf Brennelemente (25%), Beratungsdienstleistungen, Ingenieurbüros und Sicherheitsmessungen (22%) sowie auf Geräte der Elektrizitätserzeugung (14%).

Tab. 2: Vorleistungskosten im Szenario KKM

Brennstoffelemente	25 %
Unternehmensbezogene Dienstleistungen	22 %
Geräte der Elektrizitätserzeugung und -verteilung	14 %
Maschinenbau	7 %
Baugewerbe	7 %
Versicherungen	7 %
Rest	18 %

Quelle: BKW, BAK Basel Economics

Personalkosten

Das Kernkraftwerk beschäftigt 295 Personen. Die Personalkosten betragen im KKW Mühleberg rund 36 Mio. CHF. Dies ergibt einen Betrag von 122'000 CHF pro Beschäftigten. Der Anteil der Personalkosten am gesamten Output beträgt im mehrjährigen Durchschnitt 29 Prozent.

Leistung

Das KKW Mühleberg hat eine Nennleistung von 355 MW und produziert im Jahr durchschnittlich 2.9 TWh. Dies macht etwa 4.5 Prozent der schweizerischen Landeserzeugung aus.

3.2 Neues Kernkraftwerk (Szenario «EPR»)

In diesem Szenario wird das bestehende Kernkraftwerk Mühleberg abgeschaltet und ein neues Kernkraftwerk im Kanton Bern gebaut. Im Hinblick auf den Standort wird davon ausgegangen, dass die Entfernung zu anderen Kantonen in etwa derjenigen des KKM entspricht.

Technologie

Im neuen Kernkraftwerk wird ein European Pressurized Water Reactor (EPR) eingebaut. In einem Primärkreislauf wird Wasser unter erhöhtem Druck durch den Reaktorkern mit 241 Brennelementen geleitet, wo es die Wärme des Kernzerfalls aufnimmt. Die erzeugte Wärme wird durch einen Wärmetauscher an den sekundären Wasserkreislauf abgegeben, bei welchem das Wasser verdampft wird. Dieser Dampf treibt Turbinen an, welche einen Generator zur Stromproduktion antreiben. Der Dampf wird mittels eines Kühlturms gekühlt, wobei etwa 2 Prozent des Wassers verdunstet. Der verdunstete Wasseranteil wird durch Flusswasser ersetzt. Der EPR zeichnet sich durch ein verbessertes Sicherheitskonzept aus. Die Eintrittswahrscheinlichkeit für Unfälle wird um ein 10-faches niedriger eingeschätzt als bei gegenwärtigen KKW.

Vorleistungskosten

Die Vorleistungen betragen durchschnittlich 42 Prozent des Outputs. Gegenüber dem Basis-szenario sind die Vorleistungen der Branche, in der die Brennstoffelemente zugeordnet sind, signifikant geringer, da ein EPR die Primärenergiequelle Uran besser ausnützen kann.

Tab. 3: Vorleistungskosten im Szenario EPR

Brennstoffelemente	23 %
Unternehmensbezogene Dienstleistungen	22 %
Geräte der Elektrizitätserzeugung und -verteilung	15 %
Maschinenbau	8 %
Baugewerbe	7 %
Versicherungen	6 %
Rest	19 %

Quelle: BKW, BAK Basel Economics

Personalkosten

Im Szenario EPR werden rund 400 Personen im Kraftwerk beschäftigt sein. Trotz der 6-fachen Leistung gegenüber dem KKM steigt der Personalbedarf um ein Drittel. Diese Rationalisierungseffekte sind vor allem auf die höhere Sicherheit und die verbesserte rechnergestützte Kraftwerkssteuerung und -wartung zurückzuführen.

Leistung

Die Nennleistung des KKW EPR beträgt 1'600 MW. Mit einem für diesen Reaktortyp üblichen Arbeitsausnutzungsgrad von 93 Prozent resultiert eine mittlere jährliche Stromproduktion von ungefähr 13 TWh. Dies entspricht etwa 20 Prozent der gesamten gegenwärtigen Stromerzeugung der Schweiz.

3.3 Neues Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk (Szenario «GUD»)

In diesem Szenario wird ein GuD-Kraftwerk wie beispielsweise das geplante GuD-Kraftwerk in Utzenstorf neu gebaut. Im Hinblick auf den Standort wird davon ausgegangen, dass die Entfernung zu anderen Kantonen in etwa derjenigen des KKM entspricht.

Technologie

Unter einem GuD-Kraftwerk versteht man ein kombiniertes Gas- und Dampfturbinenkraftwerk (GuD) das im vorliegenden Fall mit Erdgas betrieben wird. Die Verbrennung des Erdgases in der Brennkammer der Gasturbine versetzt die Turbine in eine Drehbewegung und treibt einen Generator an. Die Abgase der Gasturbine besitzen beim Verlassen der Turbine eine Temperatur von 560° C und einen Druck von 140 Bar. Das heisse Gasgemisch wird in einen Abhitze-kessel geleitet, der Wasser zu Dampf erhitzt. Der Dampf treibt jeweils eine Hoch-, Mittel- und Niederdruck-Dampfturbine an, die ihrerseits einen Generator zur Stromerzeugung antreiben. Danach wird der Dampf im Kondensator mit einem Kühlkreislauf gekühlt und das entstandene Wasser wird anschliessend wieder in den Abhitze-kessel geführt.

Vorleistungskosten

Der Anteil der Vorleistungen am Ertrag aus der Energieproduktion beträgt 62 Prozent. 95 Prozent der Vorleistungen entfallen auf die Primärenergiequelle Erdgas. Da in der Schweiz das Erdgas importiert werden muss, wird dieser Teil der Vorleistungen vollständig im Ausland erbracht. Im Vergleich zu diesem riesigen Anteil sind die Vorleistungen anderer Branchen in der Schweiz relativ gering.

Personalkosten

Das GUD beschäftigt 48 Personen. Die Personalkosten im GuD-Kraftwerk belaufen sich auf 7 Mio. CHF. Der Anteil der Personalkosten am gesamten Output macht 2 Prozent aus.

Leistung

Das GuD-Kraftwerk verfügt über eine Nennleistung von 550 MW und produziert im Jahres-durchschnitt um die 3.2 TWh. Dies entspricht ungefähr 5 Prozent der schweizerischen Landes-erzeugung. Der Auslastungsgrad liegt bei 67 Prozent.

3.4 Überblick

Nachfolgende Tabelle fasst die grundlegenden Annahmen der drei Szenarien zusammen:

Tab. 4: Energiewirtschaftliche Szenarien für den Kanton Bern: Kraftwerkstypen

	KKM	EPR	GUD
	Grundlast	Grundlast	Grund/Mittellast
Stand der Technologie	heute (tatsächlich)	künftig (Potenzial 2020)	künftig (Potenzial)
Betriebsnahme	1972	2020	2010
Lebensdauer	60	60	25
Bauzeit in Jahren		10	2.5
Installierte Leistung [MW]	355	1'600	550
Ausnutzungsgrad (Arbeitsausnutzung)	91%	93%	67%
Mittlere jährl. Energieproduktion [GWh]	2'830	13'035	3'228
Jährliche Energieproduktion 2006 [GWh]	2'883		
Investitionskosten [Mio. CHF] bei Neubau		4'000	412.5
Strompreis Rp/MWh (Grosshandelspreis, mehrj. Durchschn.)	4.4	4.4	5.5
Mittlerer jährl. Ertrag aus Stromproduktion, [Mio. CHF]	125	578	179
Unterstellter Strompreis für Szenariorechnung [Rp/kWh] (Referenzjahr 2006)	5.2	5.2	6.2
Unterstellter jährl. Ertrag für Szenariorechnung [Mio. CHF] (Referenzjahr 2006)	150	695	200
Anteil Vorleistungen an Output	45%	42%	73%
Vorleistungen [Mio. CHF]	56	245	131
Primärenergieanteil			95%
Vorleistungen [Mio CHF pro GWh]	0.020	0.019	0.041
Bruttoarbeitskosten [Mio. CHF]	36	56	7
Zahl der Beschäftigten	294	400	48
Anteile Personalkosten an Output	29%	10%	4%
Anteile Personalkosten an Bruttowertschöpfung	51%	17%	15%

Quelle: BKW, BAK Basel Economics

4 Volkswirtschaftliche Auswirkungen

Neben der Sicherstellung der Versorgungssicherheit spielt die Stromproduktion im Kanton Bern auch aus volkswirtschaftlicher Sicht eine Rolle. Zum Ausdruck kommt dies zunächst in der Bruttowertschöpfung, welche wiederum die Quelle für die Entlohnung der Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital darstellt. Neben diesem direkten volkswirtschaftlichen Effekt kommt es aufgrund der vielfältigen Industrieverflechtung zusätzlich zu einem indirekten volkswirtschaftlichen Effekt bei den vorgelagerten Zuliefererbranchen. Nachfolgend wird gezeigt, welche effektiven volkswirtschaftlichen Gesamteffekte mit den in Kapitel drei skizzierten energiewirtschaftlichen Szenarien für den Kanton Bern verbunden sind. Die Effekte fallen je nach unterstellter Technologie aufgrund der unterschiedlich ausgelegten Kapazität sowie aufgrund unterschiedlicher Kostenstrukturen und Wertschöpfungsketten unterschiedlich hoch aus.

4.1 Methoden und Datenquellen

4.1.1 Definitionen

Bei der Berechnung der volkswirtschaftlichen Effekte der Stromproduktion kann zwischen verschiedenen Teilwirkungen unterschieden werden, die im Folgenden kurz definiert werden:

- Direkter Effekt Wertschöpfung im Kraftwerk (auch Initialeffekt genannt)
- Erstrundeneffekt Wertschöpfung in den Zuliefererbetrieben (bspw. Maschinenbau)
- Industrieeffekt Zweitrundeneffekt und weitere (theoretisch unendlich viele) Runden, im Beispiel Wertschöpfung in den Zulieferbetrieben des Maschinenbaus, sowie in deren Zulieferbetrieben, usw.
- Induzierter Effekt Wertschöpfung in den Betrieben, in denen das auf allen Ebenen verdiente Einkommen ausgegeben wird, inkl. sämtliche Zulieferbetriebe

Im Folgenden werden der Erstrunden- und der Industrieeffekt zum «indirekten Effekt» zusammengefasst.

4.1.2 Direkte volkswirtschaftliche Effekte

Die «Leistung» einer Branche im volkswirtschaftlichen Sinne wird mit der Wertschöpfung gemessen. Das Bruttoinlandsprodukt als gesamtwirtschaftliche Leistungskennziffer ergibt sich von der Entstehungsseite her als die Summe aller Branchen-Bruttowertschöpfungen. Die Bruttowertschöpfung misst hierbei den «Mehrwert», der im Produktionsprozess erwirtschaftet wurde. Dieser Mehrwert ergibt sich als Differenz von Produktionswert und den zur Leistungserstellung verwendeten Vorleistungen. Anders ausgedrückt bemisst die Bruttowertschöpfung jenen Betrag, der für die Entlohnung der Produktionsfaktoren Arbeit (Löhne und Gehälter) und Kapital (Eigen- und Fremdkapital, physisches Kapital) zur Verfügung steht.

Für die Berechnung von Bruttowertschöpfung, Beschäftigung oder Einkommen, welche mit der Stromproduktion in den verschiedenen Kraftwerken verbunden ist, konnte auf detailliertes Datenmaterial und Expertenwissen der BKW FMB Energie AG (BKW) - Betreiberin des Kraftwerks Mühleberg - zurückgegriffen werden. Auf diese Weise konnte beispielsweise der spezifischen Vorleistungsstruktur und deren Herkunft (Kanton Bern, restliche Schweiz, Ausland) Rechnung getragen werden. Im Hinblick auf die Belegschaft konnte beispielsweise berücksichtigt werden, welcher Anteil der Beschäftigten ausserhalb des Kantons Bern wohnt. Dies spielt für die Quantifizierung der Beschäftigungs-, Einkommens- oder Steuereffekte eine wichtige Rolle, da lediglich die im Kanton Bern anfallenden Effekte von Interesse sind. Bei den Szenarien «EPR» und «GUD» wurden zusätzlich Informationen über Leistung und Kostenstruktur der Kraftwerke aus Studien verschiedener Forschungsinstitute im Themenbereich Energie herangezogen.

4.1.3 Indirekte und induzierte volkswirtschaftliche Effekte

Zur Messung der indirekten Bedeutung einer Branche werden in der Regel Input-Output-Modelle verwendet, mit deren Hilfe die vielfältigen Verflechtungen innerhalb einer regionalen Wirtschaft berücksichtigt werden können. Grundlage der Input-Output-Analyse ist eine schematische Erfassung der Volkswirtschaft, welche die Verflechtung zwischen den Branchen untereinander sowie den Zusammenhang zwischen Endnachfrage, inländischer Produktion sowie Güterimporten abbildet. Nachfolgende Abbildung zeigt das Grundschemata einer Input-Output-Tabelle.

Auf der horizontalen Achse ist die Verwendung der in den Branchen hergestellten Waren und Dienstleistungen abgetragen. Diese fliessen entweder als Vorleistungen in andere Branchen ein oder werden direkt als Endnachfrage konsumiert, investiert oder exportiert. Die Summe aus Vorleistungs- und Endnachfrage ergibt die Gesamtnachfrage.

Abb. 1: Schematische Darstellung einer Input-Output-Tabelle

	A0105	A1014	A1516	A9395	C01	..	C12	I	G	E	Summe
A0105														Gesamtnachfrage
A1014														
A1516	Verflechtungsmatrix Vorleistungsnachfrage							Endnachfrage						
...														
...														
..														
A9395														
Arbeit	Bruttowertschöpfung													
Kapital														
Importe														
Summe	Gesamtangebot													

A_j Typisches Gut der Branche j
 C_i Konsumausgaben der privaten Haushalte, Untergruppe i
 I Investitionen
 G Staatsausgaben
 E Exporte

Quelle: BAK Basel Economics.

Auf der vertikalen Achse ist die Zusammensetzung des Gesamtangebots abgebildet, welches im Gleichgewicht der Gesamtnachfrage entsprechen muss. Das Gesamtangebot setzt sich aus der Produktion im Inland («Bruttoproduktionswert») und den Importen zusammen. Nach Abzug der für die Produktion benötigten Vorleistungen einer Branche vom Bruttoproduktionswert resultiert die Bruttowertschöpfung der jeweiligen Branche. Die Bruttowertschöpfung dient zur Entlohnung der Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital.¹

Da aus der öffentlich verfügbaren Statistik in der Schweiz keine Input-Tabellen für Regionen oder Kantone zur Verfügung stehen, musste für die Modellierung der indirekten volkswirtschaftlichen Effekte eine Input-Output-Tabelle für den Kanton Bern geschätzt werden. Als Ausgangspunkt diente die Input-Output-Tabelle von Nathani et al. (2006) für die Schweiz, welche mit Hilfe zusätzlicher kantonaler Datenquellen sowie dem Einsatz verschiedener kantonaler BAK-Modelle regionalisiert werden konnte.²

¹ Aus Gründen der Vereinfachung wird in der schematischen Darstellung (nicht aber im Modell) von Gütersteuern und Subventionen abstrahiert. Die Entlohnung des Faktors Kapital enthält die Kosten des Eigen- und Fremdkapitals sowie die Abschreibungen.

² Hierzu gehören: Kantonales Branchenmodell, Kantonales Konsummodell, Kantonales Baummodell, Modell zur Schätzung interkantonaler Handelsströme.

Konzept der Impact-Analyse

Anhand der Input-Output-Matrix kann der Einfluss einer Erhöhung der Nachfrage nach Gütern einer bestimmten Branche auf die gesamte Wirtschaft untersucht werden. Dies beinhaltet zu nächst jene Branche, die direkt von der Nachfrage betroffen ist. Infolge einer Stromnachfragesteigerung im Kanton Bern profitieren beispielsweise zunächst die Stromproduzenten.

Ein Teil des zusätzlichen Umsatzes verbleibt direkt als Bruttowertschöpfung bei den Stromerzeugern («direkter Effekt»), der Rest fliesst im Zuge des Produktionsprozesses an andere Branchen (Zuliefererbranchen, vorgelagerte Dienstleistungsunternehmen). Bei den Lieferantenbranchen, d.h. in diesem Beispiel im Maschinenbau oder bei Ingenieurbüros, entsteht durch die ausgelöste Nachfrage ebenfalls zusätzliche Wertschöpfung («Erstrundeneffekt»).

Mit dem Initial- und dem Erstrundeneffekt hat man allerdings nicht den ganzen Wertschöpfungseffekt berücksichtigt. So beziehen auch die Vorleistungsbranchen ihrerseits Vorleistungen bei anderen Branchen, etc. Im Prinzip hat man unendlich viele Folgeeffekte, deren Grösse ständig abnimmt. Die Grundidee eines Input-Output-Modells besteht nun darin, so viele Folgeeffekte zu berücksichtigen, bis das Modell in einen Gleichgewichtszustand konvergiert.

Input-Output-Modelle

Die Quantifizierung der verschiedenen Effekte erfolgt in der Regel mit Input-Output-Modellen. Diese Modelle haben den Vorteil, dass sie einfach verständlich und kommunizierbar sind. Überdies basieren sie auf effektiven Verflechtungen der Branchen. Diesen Vorteilen stehen allerdings auch Nachteile gegenüber, die man sich bei der Interpretation der Ergebnisse vor Augen führen muss: Input-Output-Modelle sind statische Modelle, die zeitliche Dimension wird nicht berücksichtigt. Insbesondere die Reaktionen der Akteure (Unternehmen und Konsumenten) auf Veränderungen von Preis und Nachfrage können nicht modelliert werden.

Die effektive Gesamtbedeutung einer Branche für die Volkswirtschaft hängt unter anderem mit der Methodenwahl beim Input-Output-Modell zusammen. Grob betrachtet kann zwischen zwei verschiedenen Modellen unterschieden werden, die sich bezüglich der Abgrenzung ihrer Wirkung unterscheiden. Das Modell vom Typ I berücksichtigt neben den direkten Effekten sämtliche durch die Vorleistungsbeziehungen der Branchen zusätzlich ausgelösten indirekten Effekte.

Das Modell vom Typ II schliesst zusätzlich die generierten Einkommen bei den privaten Haushalten in den Modell-Kreislauf mit ein. Grundidee ist, dass durch zusätzliche Wertschöpfung generierte Einkommen zu einem grossen Teil für den Konsum von Lebensmitteln, Wohnen etc. wieder ausgegeben wird. Dadurch entsteht beispielsweise Wertschöpfung im Detailhandel und seinen Zulieferbetrieben. Auch dieser Effekt ist theoretisch unendlich lang und wird «induzierter Effekt» genannt.

Beide Modelle haben gemeinsam, dass sie die Effekte innerhalb der Volkswirtschaft zu einem bestimmten Zeitpunkt wiedergeben und somit statischer Natur sind. Dynamische Anpassungsprozesse aufgrund von Preis- oder Nachfrageränderungen werden nur bedingt berücksichtigt. Bei beiden Modell-Typen wird unterstellt, dass es zu keinen Substitutionseffekten in der Produktion oder im Konsum kommt. Die relativen Preise bleiben konstant.

Beim Modell vom Typ II wird zudem unterstellt, dass sich Konsumenten und Arbeitnehmer nicht an eine Veränderung der Einkommen respektive der Arbeitsplatzsituation anpassen. Oder anders formuliert: Wenn es kein Kraftwerk gäbe, gäbe es auch die Angestellten des Kraftwerks nicht. Eine weitere Annahme des Typ II-Modells ist eine im Bezug auf das Einkommen homogene Konsumstruktur. Schliesslich wird beim Typ-II-Modell von Vermögenseinkommen, Selbständigeneinkommen oder staatlichen Transfers abstrahiert und eine eindimensionale Beziehung zwischen Arbeitnehmereinkommen und privatem Konsum unterstellt.

BAK Input-Output-Modell

Im Rahmen dieser Studie wurden sowohl ein Modell vom Typ I als auch vom Typ II eingesetzt. Die Ergebnisse des Typ-I-Modells unterliegen weniger restriktiven Annahmen und sind als «Untergrenze» des berechneten «impacts» zu betrachten. Da Ergebnissen anderer Studien häufig ein Modell vom Typ II zugrunde liegt, wurde in dieser Studie zusätzlich auch ein Modell vom Typ II durchgerechnet, dessen Ergebnisse in einem gesonderten Kapitel dargestellt werden [Kapitel 4.6]. Diese Ergebnisse sind als numerische Obergrenze zu betrachten.

4.1.4 Beschäftigungs- und Einkommenseffekte

Auf Basis der branchenspezifischen Erwerbstätigen- bzw. Produktivitätsdaten aus dem BAK-Branchenmodell kann in Verbindung mit den berechneten Wertschöpfungseffekten der Effekt auf die Erwerbstätigkeit abgeleitet werden. Mit Hilfe zusätzlicher Informationen zur Aufteilung der Bruttowertschöpfung in die Komponenten Arbeitnehmereinkommen, Entlohnung des Faktors Kapital sowie Gütersteuern und Subventionen aus der Input-Output-Tabelle sowie Daten aus dem BAK-Branchenmodell lassen sich den ermittelten Wertschöpfungseffekten Beschäftigungseffekte zuordnen.

4.1.5 Steuererträge

Die Berechnung der Steuereffekte muss in zusätzlichen Modulen durchgeführt werden, da in der Input-Output-Tabelle die Verteilungsseite des Bruttoinlandsprodukts nur rudimentär abgebildet ist. So sind beispielsweise die direkten Einkommenssteuern in der Input-Output-Tabelle nicht dargestellt.

Einkommenssteuer natürlicher Personen

Als Basisinformation für die Berechnung der Einkommenssteuererträge dienten erstens die im Input-Output-Modell berechneten Einkommenseffekte. Zweitens wurden von der Eidgenössischen Steuerverwaltung ausgewiesene Einkommenssteuersätze nach Einkommensklassen in die Berechnung aufgenommen. Hierbei wurde zwischen der Einkommenssteuer des Bundes einerseits und der Kantone und Gemeinden andererseits unterschieden. Drittens wurden schliesslich Daten zur Qualifikations- und Lohnstruktur in den einzelnen Branchen verwendet, um die Einkommensverteilung innerhalb der Branchen approximativ berücksichtigen zu können.³

³ Vgl. Eidgenössische Steuerverwaltung (2006), Bundesamt für Statistik (2000).

Unter Berücksichtigung der Einkommensverteilung gemäss der Lohnstrukturerhebung (Einkommen in Abhängigkeit des Qualifikationsniveaus) und der Qualifikationsstruktur aus der Volkszählung (Prozentuale Verteilung der Erwerbstätigen nach Qualifikationsniveau) sowie zusätzlichen Daten der BKW zur Qualifikationsstruktur im KKM konnte für die bei den Kraftwerken erwirtschafteten Einkommen ein durchschnittlicher Steuersatz berechnet werden, welcher der progressiven Ausgestaltung des Schweizer Einkommenssteuersystems Rechnung trägt. Für die Berechnung der Einkommenssteuererträge, die aus dem indirekten Effekt in anderen Branchen anfällt, wurde mit dem gesamtschweizerischen durchschnittlichen Einkommenssteuersatz gerechnet.

Unternehmenssteuern: Ertragssteuern

Als Basisinformation für die Berechnung der Unternehmensgewinnsteuern dienen erstens die in einem Zusatzmodul zum Input-Output-Modell berechneten Unternehmensgewinne unter Berücksichtigung branchenspezifischer Abschreibungs- und Eigenkapitalquoten. Unternehmensspezifische Informationen standen für die direkt anfallenden Gewinnsteuern in den Kraftwerken zur Verfügung. Für die Berechnung der Ertragsteuererträge im Kanton Bern (inklusive Gemeinden) wurden folgende Sätze verwendet: 1.55 Prozent auf ein Fünftel des steuerpflichtigen Gewinns, mindestens jedoch auf CHF 10'000; 3.1 Prozent auf weitere CHF 50'000; 4.6 Prozent auf dem übrigen Gewinn. Der Steuerfuss beträgt (inklusive Gemeinden) 4.79.

Unternehmenssteuern: Kapitalsteuern

Im Falle des Kernkraftwerks Mühleberg stehen Angaben zu den tatsächlichen Kapitalsteuern zur Verfügung. Für die Alternativszenarien wurde die durchschnittliche Eigenkapitalquote der Schweizer Kernkraftwerke von rund 17 Prozent unterstellt. Als Kapitalsteuer wurden 0.3 Prozent des Eigenkapitals angesetzt, als Steuerfuss der Wert 4.79. Die berechneten Kapitalsteuererträge sind bezogen auf den Kanton Bern (Kantone und Gemeinden).

4.2 Der Energiesektor im Kanton Bern

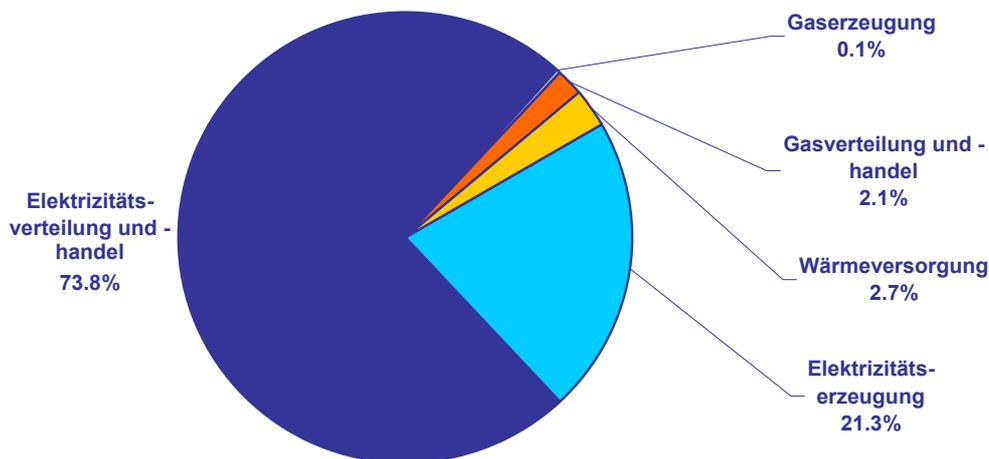
Der Energiesektor spielt im Kanton Bern eine wichtige Rolle. Zum einen leistet die Branche einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit des Kantons (und der Schweiz). Zum anderen stellt der Energiesektor einen wichtigen regionalen Arbeitgeber mit einem bedeutenden Beitrag zur gesamtwirtschaftlichen Leistungserstellung dar. Der gesamte Energiesektor, welcher neben der Erzeugung von Energie auch den Handel und die Verteilung der Energie umfasst, stellte im Jahr 2006 über 3'000 Arbeitsplätze und erwirtschaftet rund 2 Prozent des kantonalen Bruttoinlandsprodukts. Die hohe Bedeutung des Berner Energiesektors spiegelt sich auch hinsichtlich der Anteile an der gesamten nationalen Branche wider: Die Berner Energiewirtschaft stellt rund 13 Prozent aller Arbeitsplätze und erwirtschaftet rund 12 Prozent der Bruttowertschöpfung des gesamten Schweizer Energiesektors.

Struktur des Berner Energiesektors

Der Berner Energiesektor gliedert sich in die drei Gruppen Elektrizitäts-, Gas- und Wärmeversorgung. Die Elektrizitätsversorgung bildet dabei mit einem Beschäftigungsanteil von 95 Prozent den Schwerpunkt. Innerhalb der Elektrizitätsversorgung kann man einerseits unterscheiden zwischen der Erzeugung und andererseits dem Handel und der Verteilung. Innerhalb der Elektrizitätswirtschaft stellt die Stromerzeugung lediglich rund ein Viertel der Beschäftigten, der Grossteil ist in Elektrizitätshandel und -verteilung tätig.

Abb. 2: Struktur des Berner Energiesektors

Beschäftigungsanteile 2005

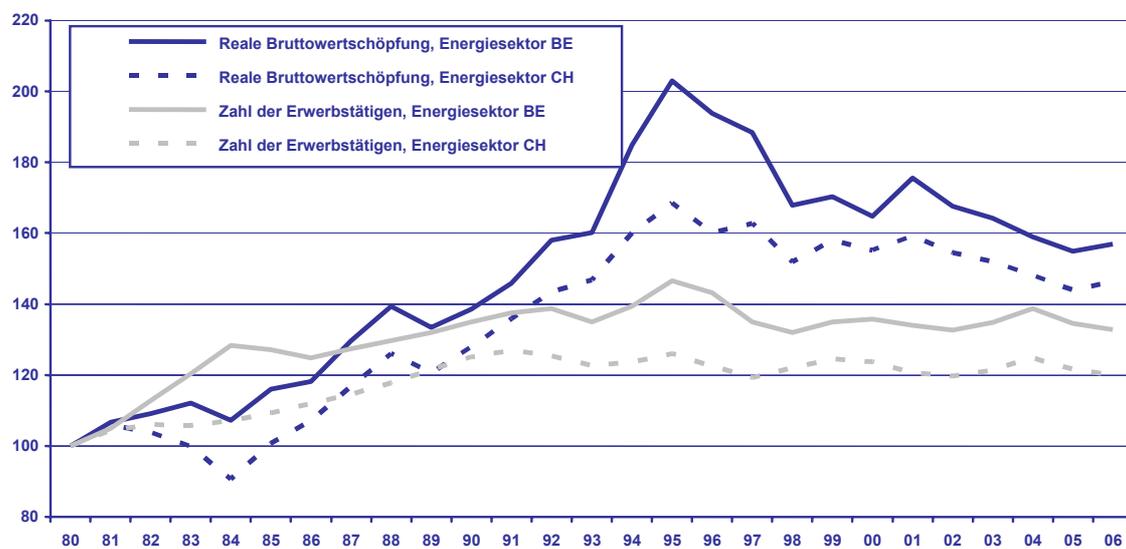


Quelle: Bundesamt für Statistik, BAK Basel Economics.

Entwicklung des Berner Energiesektors

In der Periode zwischen 1980 und 1995 kam es zu einer starken Expansion des Schweizer Energiesektors. Die Zahl der Erwerbstätigen stieg insgesamt um 26 Prozent, die Bruttowertschöpfung um 60 Prozent. In der Dekade danach kam es allerdings zu einer ausgeprägten Schwächephase, die sich in einem starken Rückgang in der realen Bruttowertschöpfung (-13%) und der Erwerbstätigkeit (-5%) manifestiert. Über die gesamte Periode ergibt dies für die reale Bruttowertschöpfung ein Plus von 46 Prozent, was in etwa dem realen BIP-Wachstum der Schweiz entspricht. Die Zahl der Erwerbstätigen lag im Jahr 2006 rund 20 Prozent über dem Wert von 1980.

Abb. 3: Der Berner Energiesektor 1980-2006 im Vergleich zur nationalen Branche



Quelle: BAK Basel Economics.

Wie in vorangestellter Abbildung zu sehen ist, konnte der Berner Energiesektor von der steilen Aufwärtsbewegung in den 80er Jahren und der ersten Hälfte der 90er Jahre überdurchschnittlich profitieren. Zwischen 1980 und 1995 verdoppelte sich die Bruttowertschöpfung des Berner Energiesektors. Die Zahl der Erwerbstätigen stieg im gleichen Zeitraum um knapp 50 Prozent.

Nach 1995 kam es auch im Berner Energiesektor zu einer starken Korrekturbewegung, die von sinkender Wertschöpfung und Erwerbstätigkeit begleitet wurde. Gegenüber der gesamten Branche fiel der Rückgang im Kanton Bern sogar überdurchschnittlich hoch aus. Die reale Bruttowertschöpfung sank um 23 Prozent, die Zahl der Erwerbstätigen um 9 Prozent.

Über den gesamten Zeitraum von 1980 bis 2006 liegt der Berner Energiesektor trotzdem noch deutlich oberhalb der gesamtschweizerischen Entwicklung. Über die gesamte Periode stieg die reale Bruttowertschöpfung um 57 Prozent, die Zahl der Erwerbstätigen um 33 Prozent. Damit wurde hinsichtlich der Bruttowertschöpfung auch die Entwicklung der gesamten Berner Wirtschaft deutlich übertroffen. Das Berner Bruttoinlandsprodukt stieg in diesem Zeitraum lediglich um 44 Prozent an.

4.3 Direkte volkswirtschaftliche Effekte verschiedener Kraftwerkstypen

4.3.1 Direkter Wertschöpfungseffekt

Das Kernkraftwerk Mühleberg erzielte im Jahr 2006 eine Jahresproduktion von 2'883 GWh. Aus dieser Stromerzeugung resultierte ein Bruttoproduktionswert von 151.2 Millionen CHF. Der implizite Strompreis beträgt 5.2 Rp/KWh. Die für den Bruttoproduktionswert erbrachten Vorleistungen betragen insgesamt 58.8 Mio. CHF, was einer Vorleistungsquote von 39 Prozent entspricht. Nach Abzug der Vorleistungen vom Bruttoproduktionswert verbleibt eine Bruttowertschöpfung in Höhe von 93.5 Mio. CHF.

Im Szenario EPR wurde eine Jahresleistung von 13.3 TWh unterstellt. Daraus resultiert - bei identischem Grosshandelspreis wie im Szenario KKM - ein Bruttoproduktionswert von 694 Mio. CHF. Die Vorleistungsquote fällt mit 37 Prozent aufgrund der relativ niedrigeren Brennstoff- und Versicherungskosten etwas geringer aus als im Falle des KKM. Insgesamt betragen die Vorleistungskosten 255.5 Mio. CHF. Die Bruttowertschöpfung beträgt 439 Mio. CHF.

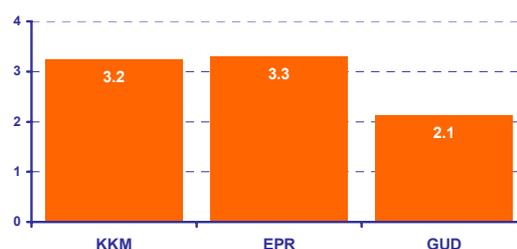
Im Szenario GUD wurde eine Jahresleistung von 3'228 GWh unterstellt. Im Unterschied zu den beiden Kernkraftszenarien wurde beim GuD-Kraftwerk ein höherer Strompreis (6.2 Rp/KWh) angesetzt, da das GUD sowohl für die Versorgung von Grund- als auch von Mittellast produziert. Der entsprechende Bruttoproduktionswert beträgt rund 200 Mio. CHF. Wenngleich der Bruttoproduktionswert damit höher ausfällt als beim KKM, liegt die damit erzielte Wertschöpfung mit 69 Mio. CHF aufgrund der erheblich höheren Vorleistungsquote deutlich unterhalb des Wertes im KKM.

Abb. 4: Direkte Wertschöpfungseffekte [Mio. CHF]



Quelle: BAK Basel Economics

Abb. 5: Direkte Wertschöpfungseffekte pro erzeugter Leistung [Rp/MWh]



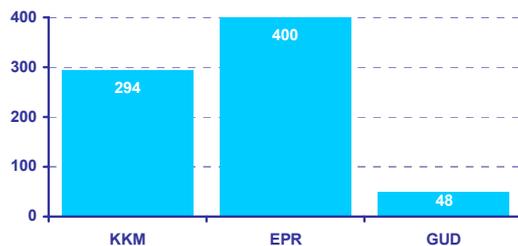
Quelle: BAK Basel Economics

Ein Vergleich der direkten Wertschöpfungseffekte pro kWh erzeugter Leistung zeigt, dass die beiden Kernkraft-Szenarien in etwa denselben direkten volkswirtschaftlichen Effekt auslösen. Von den unterstellten 5.2 Rappen pro kWh verbleiben 3.3 (EPR) bzw. 3.2 (KKM) Rappen als direkte Wertschöpfung im Kanton Bern. Im Falle des GuD-Kraftwerks beträgt der direkte Wertschöpfungseffekt lediglich 2.1 Rappen pro kWh. Aufgrund des hohen Anteils an importierter Primärenergie bei der Stromerzeugung kommt es beim GUD zu einem überdurchschnittlich hohen Geldabfluss ins Ausland und somit zu einer relativ geringen Wertschöpfung im Kanton Bern.

4.3.2 Direkter Beschäftigungseffekt

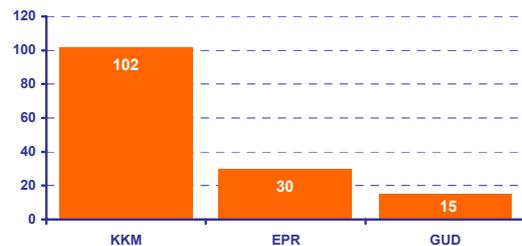
Im Hinblick auf die Beschäftigungseffekte unterschieden sich die beiden Kernkraftszenarien sehr deutlich. Zwar ist der Beschäftigungseffekt in absoluten Werten beim EPR mit 400 geschaffenen Arbeitsplätzen am höchsten. Das KKM (294 Personen) weist allerdings bezogen auf die erbrachte elektrische Leistung einen viel höheren Wert auf. Grund für die tiefere Personalintensität beim EPR sind Rationalisierungseffekte im Bereich des Sicherheitspersonals. Das GuD-Kraftwerk schneidet mit einem lediglich halb so hohen Wert pro TWh wie das EPR am schlechtesten ab.

Abb. 6: Direkte Beschäftigungseffekte [Personen]



Quelle: BAK Basel Economics

Abb. 7: Direkte Beschäftigungseffekte pro erzeugter Leistung [Personen/TWh]

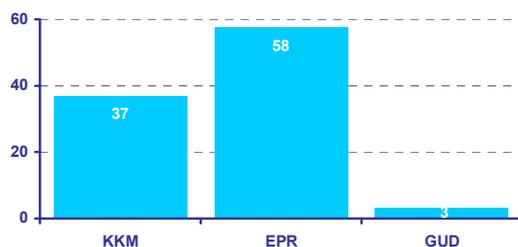


Quelle: BAK Basel Economics

4.3.3 Direkter Einkommenseffekt

Die Relationen der direkten Beschäftigungseffekte spiegeln sich auch in den direkt ausgelösten Arbeitnehmereinkommen wieder. Von den erlösten 5.2 Rappen pro kWh verbleiben im Falle des KKM 1.2 Rappen als Arbeitnehmerentgelt im Kanton Bern. Im Falle des EPR resultiert pro kWh lediglich ein Einkommenseffekt von 0.4 Rappen, im Szenario GuD beträgt der ausgelöste direkte Einkommenseffekt gar nur 0.2 Rappen pro kWh.

Abb. 8: Direkte Einkommenseffekte [Mio. CHF]



Quelle: BAK Basel Economics

Abb. 9: Direkte Einkommenseffekte pro erzeugter Leistung [Rp/MWh]



Quelle: BAK Basel Economics

4.4 Indirekte volkswirtschaftliche Effekte verschiedener Kraftwerkstypen

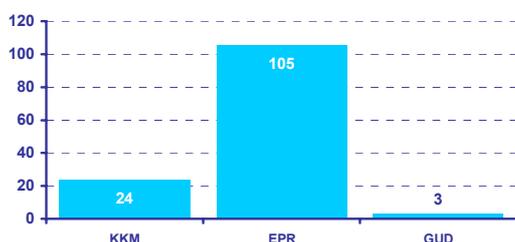
4.4.1 Indirekter Wertschöpfungseffekt

Für das Basisszenario KKM ergibt sich durch die Vorleistungsverflechtung des Kraftwerks im Kanton Bern insgesamt ein indirekter Wertschöpfungseffekt von 24 Mio. CHF. Rund 15 Mio. CHF davon entstehen unmittelbar bei den Zulieferern des Kernkraftwerks, zusätzliche 9 Mio. CHF durch weitergehende Verflechtungen innerhalb der Berner Wirtschaft. Der gesamte Wertschöpfungseffekt beträgt somit 117 Mio. CHF und fällt damit effektiv 25 Prozent höher aus als die direkte Wertschöpfung anzeigt. Mit jedem Schweizer Franken generierter Wertschöpfung im KKM sind somit in anderen Berner Branchen 25 Rappen Wertschöpfung verbunden.

Im Szenario EPR ergibt sich ein indirekter Wertschöpfungseffekt von 105 Mio. CHF. Rund 68 Mio CHF fallen unmittelbar bei den Zulieferern an, 37 Mio. CHF im weiteren Stufen der industriellen Verflechtung innerhalb des Kantons. Der effektive Wertschöpfungseffekt beträgt somit 544 Mio. CH und liegt damit 24 Prozent höher als der direkte Wertschöpfungseffekt. Im Falle des EPR sind also mit jedem Schweizer Franken generierter Wertschöpfung zusätzlich 24 Rappen Wertschöpfung in anderen Berner Branchen verbunden.

Im Szenario GUD fällt der indirekte Effekt sehr niedrig aus. Grund hierfür ist der hohe Anteil der Primärenergiekosten an den gesamten Vorleistungskosten. Da die Primärenergie importiert wird, fällt die mit der Produktion verbundene Nachfrage des Kraftwerks bei Berner Branchen und infolge dessen auch der indirekte Wertschöpfungseffekt vergleichsweise gering aus. Der indirekte Wertschöpfungseffekt beträgt lediglich 3 Mio. CHF. Der effektive Wertschöpfungseffekt beträgt somit 72 Mio. CHF und liegt lediglich 5 Prozent über dem direkten Effekt. Im Szenario GUD sind folglich mit jedem Schweizer Franken generierter Wertschöpfung zusätzlich 5 Rappen Wertschöpfung in anderen Berner Branchen verbunden.

Abb. 10: Indirekte Wertschöpfungseffekte [Mio. CHF]



Quelle: BAK Basel Economics

Abb. 11: Indirekte Wertschöpfungseffekte pro erzeugter Leistung [Rp/MWh]



Quelle: BAK Basel Economics

Bezogen auf die erzeugte Leistung ergibt sich bei den beiden Kernkraft-Szenarien in etwa derselbe indirekte volkswirtschaftliche Effekt in Höhe von 0.8 Rappen pro kWh. Nimmt man den direkten und indirekten Effekt zusammen, ergibt sich beim KKM und EPR ein Wert von 4.1 Rappen pro kWh, d.h. von den unterstellten 5.2 Rappen pro kWh verbleiben 4.1 Rappen effektiv im Kanton Bern. Im Falle des GuD-Kraftwerks beträgt der indirekte Wertschöpfungseffekt lediglich 0.1 Rappen pro kWh, der effektive Gesamteffekt liegt bei 2.2 Rappen pro kWh.

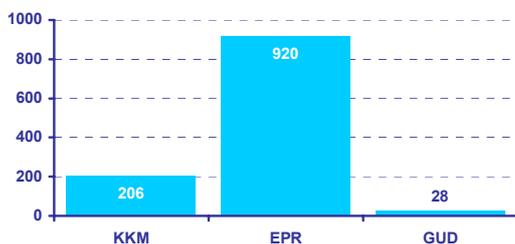
4.4.2 Indirekter Beschäftigungseffekt

Für das KKM ergeben die Berechnungen, dass mit der wirtschaftlichen Aktivität des Kraftwerks 206 Arbeitsplätze in anderen Branchen der Berner Wirtschaft verbunden sind. Das entspricht 71 Erwerbstätigen pro TWh erzeugter Leistung. Im Szenario EPR liegt der Wert bei 68 erwerbstätigen Personen pro TWh. Ein EPR würde demnach rund 921 Personen in anderen Branchen einen Arbeitsplatz schaffen. Im Szenario GUD liegt der indirekte Beschäftigungseffekt bei 28 Personen oder 8 Erwerbstätigen pro TWh erbrachter Leistung.

Stellt man den Beschäftigungseffekt ins Verhältnis zum zugrunde liegenden Wertschöpfungseffekt, fällt auf, dass dieses Verhältnis beim indirekten Effekt in allen Szenarien deutlich höher ausfällt als beim direkten Effekt. Ursache hierfür ist die weit über dem Durchschnitt liegende Arbeitsproduktivität in den Kraftwerken. Dadurch liegt der durch die Nachfrage bei anderen (inländischen) Branchen ausgelöste Beschäftigungseffekt pro Wertschöpfungseinheit höher als das Verhältnis von direkten Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekt.

Während die Erwerbstätigenproduktivität im gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt im Jahr 2007 bei rund 115'000 CHF liegt, weisen die Kraftwerke deutlich höhere Werte auf. Am höchsten fällt die Wertschöpfung pro Beschäftigten beim GUD aus (1.4 Mio pro Beschäftigten). Beim EPR liegt die Beschäftigtenproduktivität bei 1.1 Mio. CHF/Beschäftigten und liegt damit rund dreimal so hoch wie beim KKM (0.3 Mio. CHF/Beschäftigten).

Abb. 12: Indirekte Beschäftigungseffekte [Personen]



Quelle: BAK Basel Economics

Abb. 13: Indirekte Beschäftigungseffekte pro erzeugter Leistung [Personen/TWh]



Quelle: BAK Basel Economics

Der gesamte Beschäftigungseffekt liegt beim KKM bei 500 Personen und fällt damit 70 Prozent höher aus als der direkte Effekt. Oder anders gesagt: Mit jedem Arbeitsplatz im KKM sind im Kanton zusätzliche 0.7 Arbeitsplätze verbunden. Im Szenario EPR liegt der effektive Beschäftigungseffekt bei 1'320 Personen. Damit entstehen pro Arbeitsplatz im EPR zusätzlich 2.3 Arbeitsplätze über indirekte Effekte. Der grosse Unterschied im Vergleich zum KKM ergibt sich durch die oben ausgeführten Unterschiede in der Produktivität.

Im GUD liegt der Gesamteffekt bei 76 Personen, d.h. pro Arbeitsplatz im Kraftwerk entstehen zusätzlich ca. 0.6 Arbeitsplätze in der Berner Wirtschaft. Damit liegt der pro Arbeitsplatz ausgelöste indirekte Beschäftigungseffekt am niedrigsten. Ursache hierfür ist der hohe Anteil der im Ausland bezogenen Vorleistungen. Der Vorleistungsanteil des importierten Gas beträgt 95 Prozent.

4.4.3 Indirekter Einkommenseffekt

Auch beim indirekten Einkommenseffekt ergeben sich für die beiden Kernkraftwerke bezogen auf die erzeugte elektrische Leistung ähnliche Werte. Im Basisszenario KKM resultiert ein indirekter Einkommenseffekt von 0.6 Rappen, im Szenario EPR beträgt der Effekt 0.5 Rappen pro kWh. In absoluten Grössen beträgt das ausgelöste Arbeitnehmereinkommen 18 bzw. 71 Mio. CHF. Im Szenario GUD beträgt der Einkommenseffekt 2 Mio. CHF oder 0.1 Rappen pro kWh erzeugter Leistung.

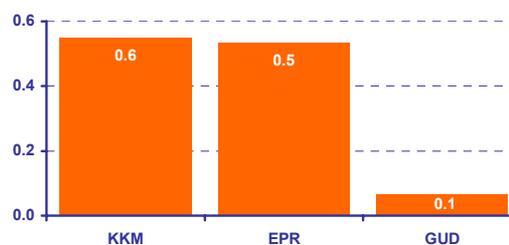
Der effektive Gesamteinkommenseffekt beträgt im KKM 44 Mio. CHF oder 1.5 Rappen pro kWh. Im EPR liegt der Wert zwar absolut betrachtet mit 114 Mio. CHF deutlich höher, bezogen auf die erbrachte Leistung allerdings aufgrund des geringeren direkten Einkommenseffekts mit 0.9 Rappen pro kWh unterhalb des Wertes des KKM. Im GUD liegt der Wert sowohl absolut (8 Mio. CHF) als auch bezogen auf die erbrachte Leistung (0.2 Rp/kWh) am niedrigsten.

Abb. 14: Indirekte Einkommenseffekte [Mio. CHF]



Quelle: BAK Basel Economics

Abb. 15: Indirekte Einkommenseffekte pro erzeugter Leistung [Rp/MWh]



Quelle: BAK Basel Economics

Setzt man den indirekten und direkten Effekt ins Verhältnis, ergibt sich im Szenario KKM ein Wert von 0.57, d.h. pro Schweizer Franken Arbeitnehmereinkommen im Kraftwerk entstehen zusätzlich 57 Rappen Einkommen in anderen Branchen. Im Szenario EPR liegt der indirekte Effekt pro Einkommen im Kraftwerk mit 2.23 CHF deutlich höher. Dieser Unterschied kommt durch die höhere Personalintensität im KKM zustande, wodurch der direkte Einkommenseffekt (pro Leistungseinheit, aber auch pro indirekt ausgelösten Einkommenseffekt) im KKM höher ausfällt. Am tiefsten fällt das Verhältnis von indirektem und direktem Einkommenseffekt aufgrund der geringen Verflechtung mit anderen inländischen Branchen beim GUD aus. Pro Franken Arbeitnehmereinkommen im GUD entstehen zusätzlich lediglich rund 30 Rappen Einkommen im Kanton Bern.

4.5 Direkte und indirekte Steuereffekte verschiedener Kraftwerkstypen

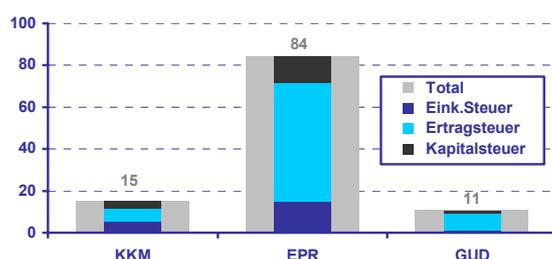
Die Steuereinnahmen, die im Kanton Bern mit den direkten und indirekten Wertschöpfungseffekten der Kraftwerke verbunden sind, lassen sich gliedern in (a) Einkommensteuern natürlicher Personen; (b) Ertragsteuern und (c) Kapitalsteuern. Bei den Einkommen- und Ertragsteuern werden sowohl Steuereffekte berechnet, die direkt beim Kraftwerk beziehungsweise seinen Arbeitnehmern anfallen, als auch jene, welche sich durch die indirekten Einkommens- und Gewinneffekte in anderen Branchen ergeben. Bei der Kapitalsteuer konnte aus Gründen der Datenverfügbarkeit lediglich der direkte Effekt berücksichtigt werden.

Im Basisszenario KKM fallen im Kanton Bern in den drei Steuerarten zusammen rund 15 Mio. CHF Steuern an. Die Einkommensteuererträge belaufen sich auf 5.7 Mio. CHF, wovon 3.9 Mio. CHF direkt bei den Kraftwerkangestellten anfallen. Die Ertragsteuern betragen im Basisszenario 5.6 Mio. CHF, die Kapitalsteuern 3.8 Mio. CHF.

Im Szenario EPR resultieren im Kanton Bern aus den drei berücksichtigten Steuerarten Erträge in Höhe von rund 84 Mio. CHF. Im Vergleich zum KKM liegt der Anteil der direkten Einkommensteuern aufgrund der niedrigeren Beschäftigungsquote im Kraftwerk etwas niedriger, jener der Ertragsteuern dagegen etwas höher. Absolut betrachtet betragen die Einkommensteuererträge 15.0 Mio. CHF, die Ertragsteuer 56.5 Mio. CHF, die Kapitalsteuer 12.6 Mio. CHF.

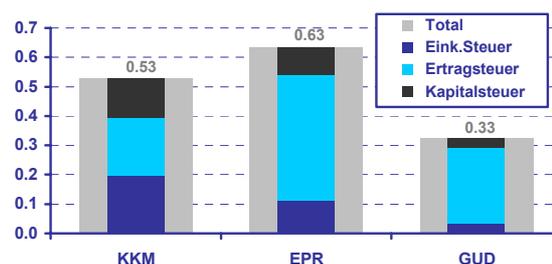
Im Szenario GUD betragen die gesamten ausgelösten Steuereffekte rund 11 Mio. CHF und liegen damit rund 30 Prozent unter den effektiven Steuererträgen im Basisszenario. Der Einkommenssteuereffekt fällt aufgrund des niedrigen Personalbedarfs und der geringen inländischen Verflechtung mit 1.0 Mio. CHF vergleichsweise niedrig aus. Die Ertragsteuer beläuft sich insgesamt auf 8.4 Mio. CHF, die Kapitalsteuer auf 1.1 Mio. CHF.

Abb. 16: Direkte und indirekte Steuereffekte [Mio. CHF]



Quelle: BAK Basel Economics

Abb. 17: Direkte und indirekte Steuereffekte pro erzeugter Leistung [Rp/MWh]



Quelle: BAK Basel Economics

Bezogen auf die erzeugte Leistung bringt das KKM für den Kanton Bern pro kWh einen effektiven Steuerertrag von 0.53 Rappen. Damit fällt der Wert 0.1 Rp/kWh tiefer aus als im EPR. Da beim direkten Effekt der durchschnittliche Einkommensteuersatz tiefer als der Ertragsteuersatz und der Anteil der Arbeitnehmereinkommen an der Wertschöpfung beim KKM höher liegt als beim EPR, resultiert im KKM ein niedrigerer direkter Steuereffekt. Deutlich tiefer als beim KKM oder EPR fällt der Steuereffekt im Szenario GUD aus. Der pro kWh anfallende effektive Steuerertrag ist mit 0.33 Rappen pro kWh lediglich halb so hoch wie im Szenario EPR.

4.6 Volkswirtschaftliche Effekte durch den Bau verschiedener Kraftwerkstypen

Neben den laufenden Wertschöpfungseffekten durch den Betrieb der Kraftwerksanlagen sind auch mit dem Bau neuer Kraftwerke Wertschöpfungseffekte verbunden. Um eine quantitative Abschätzung dieser Effekte vornehmen zu können, muss zunächst geklärt werden, mit welchen Investitionskosten der entsprechende Kraftwerksbau verbunden ist und wie sich diese Kosten auf die verschiedenen Zuliefererbranchen (Bausektor, Maschinenbau, etc.) verteilen.

Die Berechnung der mit diesen Investitionsausgaben ausgelösten direkten und indirekten Wertschöpfungseffekte erfolgt analog zur Berechnung der laufenden Effekte im entsprechenden Input-Output-Modell. Der Beschäftigungseffekt ergibt sich unter der zusätzlichen Annahme, dass sich die Wertschöpfungseffekte gleichmässig über die Bauzeit verteilen.

Für den Bau eines EPR-Reaktors veranschlagen Experten Investitionskosten in Höhe von 4 Mia. CHF, die Kosten eines GUD-Kraftwerks werden auf lediglich 413 Mio. CHF veranschlagt. Als Bauzeit wurden 10 Jahre (EPR) bzw. 2.5 Jahre (GUD) angesetzt. Rund 42 Prozent der Investitionen fallen auf den Bausektor, der Rest entfällt auf Ausrüstungsinvestitionen (Reaktor, Turbinen, mechanische Systeme, Leittechnik, Starkstromanlagen), die zu 90 Prozent aus dem Ausland bezogen werden. Bei den Bauinvestitionen werden rund 20 Prozent von ausserhalb bezogen.

Abb. 18: Volkswirtschaftliche Effekte durch den Kraftwerkneubau



Quelle: BAK Basel Economics.

Die Modellergebnisse ergeben im Falle eines EPR-Baus im Kanton Bern einen Wertschöpfungseffekt von 1.3 Mia. CHF, wodurch zusätzlich Arbeitnehmerereinkommen in Höhe von rund einer Mia. CHF entstünden. Die Zahl der Erwerbstätigen steigt im EPR-Szenario in Bern um rund 1'200 Personen während 10 Jahren. Im Szenario GUD fällt der Wertschöpfungs- und Einkommenseffekt mit 135 bzw. 101 Mio. CHF deutlich niedriger aus. Der Beschäftigungseffekt pro Wertschöpfungseinheit fällt mit 500 Arbeitsplätzen über 2.5 Jahre im Vergleich zum Wertschöpfungseffekt beim GUD höher aus, da die Bauzeit um drei Viertel kürzer ist.

4.7 Induzierte volkswirtschaftliche Effekte verschiedener Kraftwerkstypen (Modell-Typ II)

Bislang wurden die direkten und indirekten Effekte der verschiedenen Kraftwerkstypen untersucht. Auf beiden Ebenen führt Wertschöpfung zu Einkommen, welches zu einem grossen Teil wieder ausgegeben gibt. Diese Grundidee wird beim Input-Output-Modell vom Typ II verfolgt. Die Arbeitnehmer tätigen als Konsumenten Ausgaben für Konsumzwecke, wodurch wiederum Wertschöpfung im Detailhandel oder Gastgewerbe und deren Zulieferbetrieben entsteht. Die mit dem Einbezug der generierten Einkommen in den Kreislauf verbundenen zusätzliche Wertschöpfung wird auch «induzierter Effekt» genannt.

An dieser Stelle sei nochmals darauf verwiesen, dass mit dem Input-Output-Modell vom Typ II zusätzlich Annahmen getroffen werden müssen, weswegen die Anwendung dieses Modelltyps in wissenschaftlichen Kreisen kritisch betrachtet wird. Trotzdem finden sich zahlreiche «Impact-Studien», welche mit diesem Modelltyp arbeiten. Aus Gründen der Vergleichbarkeit werden deshalb im Rahmen der vorliegenden Studie auch die induzierten Effekte berechnet. Bei der Interpretation der Ergebnisse wird jedoch mehr Gewicht auf die Relation der drei Szenario-Ergebnisse als auf die jeweiligen Niveaus der berechneten induzierten Effekte gelegt.

4.7.1 Induzierter Wertschöpfungseffekt

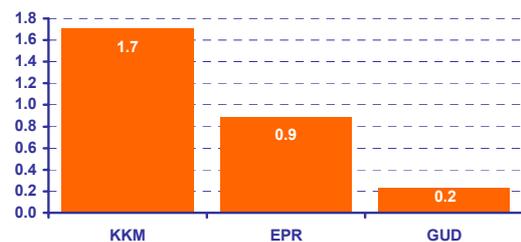
Im Basisszenario KKM beträgt der induzierte Effekt 49 Mio. CHF. Pro KWh erzeugter Leistung, für die ein Ertrag von 5.2 Rappen unterstellt wird, kommt es demnach im Kanton Bern zu einer induzierten Wertschöpfung in Höhe von 1.7 Rappen. Damit fällt der induzierte Effekt pro KWh fast doppelt so hoch aus wie im Szenario EPR, da dort die Personalintensität und folglich der direkte Einkommenseffekt niedriger liegt. Im Szenario GUD tritt dieser Effekt verstärkt auf, weswegen der induzierte Effekt pro KWh mit 0.2 Rappen nochmals deutlich tiefer ausfällt.

Abb. 19: Induzierte Wertschöpfungseffekte [Mio. CHF]



Quelle: BAK Basel Economics

Abb. 20: Induzierte Wertschöpfungseffekte pro erzeugter Leistung [Rp/MWh]

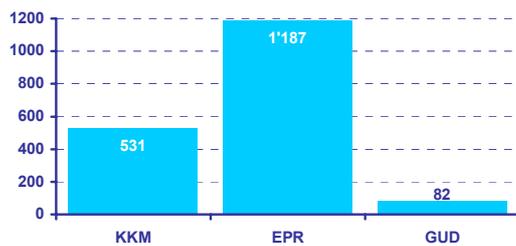


Quelle: BAK Basel Economics

4.7.2 Induzierter Beschäftigungseffekt

Die Relationen der induzierten Wertschöpfungseffekte spiegeln sich erwartungsgemäss in der entsprechenden induzierten Beschäftigungsentwicklung wider. Mit einer induzierten Beschäftigung von 184 Personen pro TWh fällt der Effekt im Szenario KKM fast doppelt so hoch wie im Szenario EPR und rund sieben Mal so hoch wie Szenario GUD aus. In absoluten Grössen ergeben sich hieraus 531 (KKM), 1'187 (EPR) und 82 (GUD) zusätzliche Arbeitsplätze in Kanton Bern.

Abb. 21: Induzierte Beschäftigungseffekte [Personen]



Quelle: BAK Basel Economics

Abb. 22: Induzierte Beschäftigungseffekte pro erzeugter Leistung [Personen/TWh]

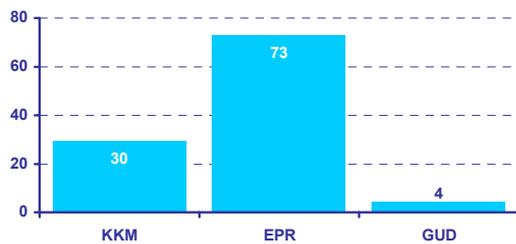


Quelle: BAK Basel Economics

4.7.3 Induzierter Einkommenseffekt

Beim induzierten Einkommenseffekt ergeben die Modellberechnungen im Szenario KKM einen zusätzlichen Betrag von 30 Mio. CHF. Im Falle des EPR beträgt der induzierte Einkommenseffekt 73 Mio CHF, im Szenario GUD 4 Mio CHF. Umgelegt auf die erbrachte elektrische Leistung ergeben sich in etwa die Relationen wie im Wertschöpfungseffekt. Im Falle des KKM beträgt der induzierte Einkommenseffekt pro KWh 1.0 Rappen, im Szenario EPR 0.5 Rappen und im Szenario GUD 0.1 Rappen.

Abb. 23: Induzierte Einkommenseffekte [Mio. CHF]



Quelle: BAK Basel Economics

Abb. 24: Induzierte Einkommenseffekte pro erzeugter Leistung [Rp/MWh]

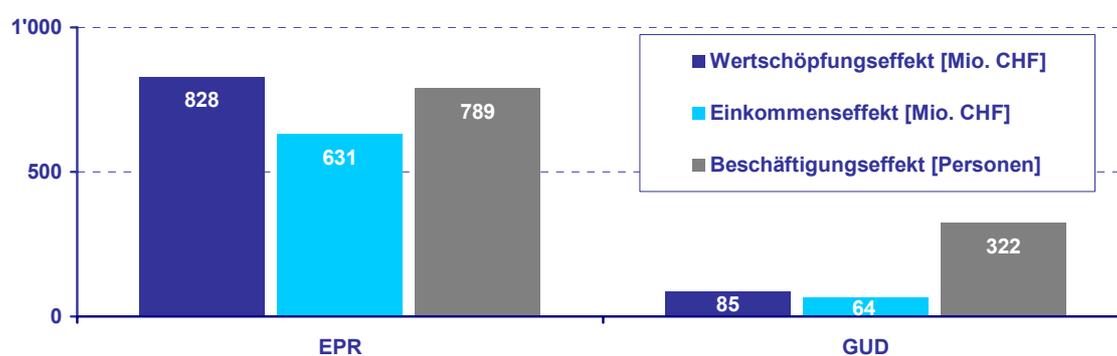


Quelle: BAK Basel Economics

4.7.4 Induzierte Effekte beim Neubau der Kraftwerke

Auch beim Neubau der Kraftwerke ergeben sich induzierte Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Einkommenseffekte. Im Falle des EPR ergibt sich im Modell vom Typ II ein induzierter Wertschöpfungseffekt von 828 Mio. CHF. Daraus resultieren 631 Mio. CHF induzierte Arbeitnehmerinkommen und 789 Arbeitsplätze über 10 Jahre. Im Falle des GUD liegt die induzierte Wertschöpfung bei 85 Mio. CHF, die induzierten Einkommen betragen 64 Mio. CHF, die Zahl der induzierten Arbeitsplätze liegt bei 322 über 2.5 Jahre.

Abb. 25: Induzierte Effekte durch den Kraftwerkneubau

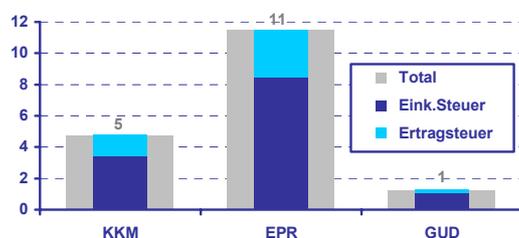


Quelle: BAK Basel Economics.

4.7.5 Induzierter Steuereffekte

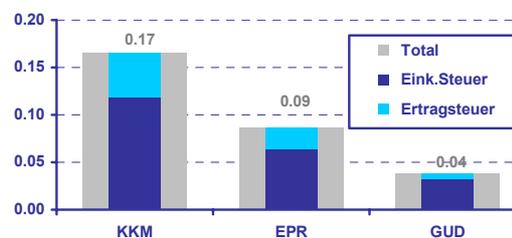
Mit den induzierten Wertschöpfungseffekten sind sowohl zusätzliche Einkommen- als auch Ertragsteuererträge für den Kanton Bern verbunden. Im Falle des KKM ergeben sich induzierte Steuererträge in Höhe von 5 Mio. CHF, was einem Betrag von 0.17 Rappen pro kWh entspricht. Damit liegt der Wert bezogen auf die Leistung wiederum fast doppelt so hoch wie im Szenario EPR und rund viermal so hoch wie im Szenario GUD.

Abb. 26: Induzierte Steuereffekte [Mio. CHF]



Quelle: BAK Basel Economics

Abb. 27: Induzierte Steuereffekte pro erzeugter Leistung [Rp/KWh]



Quelle: BAK Basel Economics

4.8 Überblick

Nachfolgende Tabellen fassen für die Ergebnisse der Impact-Analyse für die drei Szenarien KKM, EPR und GUD zusammen. Die erste Tabelle zeigt die Ergebnisse auf Basis des Input-Output-Modells vom Typ I, die zweite Tabelle die zusätzlichen Effekte, die sich im Modell vom Typ II ergeben.

Tab. 5: Ergebnisse der Impact-Analyse (Modell vom Typ I)

	Szenario KKM	Szenario EPR	Szenario GUD
Laufende Effekte			
Direkte Effekte			
Wertschöpfung [Mio. CHF]	94	439	69
Wertschöpfung [Rp/KWh]	3.2	3.3	2.1
Beschäftigung [Personen]	294	400	48
Beschäftigung [Personen/TWh]	102	30	15
Arbeitnehmereinkommen [Mio. CHF]	28	43	5
Arbeitnehmereinkommen [Rp/KWh]	1.0	0.3	0.2
Indirekte Effekte			
Wertschöpfung [Mio. CHF]	24	105	3
Wertschöpfung [Rp/KWh]	0.8	0.8	0.1
Beschäftigung [Personen]	206	920	28
Beschäftigung [Personen/TWh]	71	69	9
Arbeitnehmereinkommen [Mio. CHF]	16	71	2
Arbeitnehmereinkommen [Rp/KWh]	0.6	0.5	0.1
Effektive Gesamteffekte (direkt+indirekt)			
Wertschöpfung [Mio. CHF]	117	544	72
Wertschöpfung [Rp/KWh]	4.1	4.1	2.2
Beschäftigung [Personen]	500	1'320	76
Beschäftigung [Personen/TWh]	173	99	24
Arbeitnehmereinkommen [Mio. CHF]	44	114	8
Arbeitnehmereinkommen [Rp/KWh]	1.5	0.9	0.2
Effektive Steuereffekte (direkt+indirekt)			
Einkommensteuer [Mio. CHF]	6	15	1
Einkommensteuer [Rp/KWh]	0.2	0.1	0.0
Ertragsteuer [Mio. CHF]	6	56	8
Ertragsteuer [Rp/KWh]	0	0	0
Kapitalsteuer [Mio. CHF]	4	13	1
Kapitalsteuer [Rp/KWh]	0.1	0.1	0.0
Gesamteffekt [Mio. CHF]	15	84	11
Gesamteffekt [Rp/KWh]	0.5	0.6	0.3
Einmalige Effekte aufgrund Neubau (direkt+indirekt)			
Wertschöpfung [Mio. CHF]		1'305	135
Beschäftigung [Personen]		1'312	541
Arbeitnehmereinkommen [Mio. CHF]		1'059	109

Quelle: BAK Basel Economics.

Tab. 6: Ergebnisse der Impact-Analyse (Modell vom Typ II)

	Szenario KKM	Szenario EPR	Szenario GUD
Laufende Effekte			
Induzierte Effekte			
Wertschöpfung [Mio. CHF]	49	118	3
Wertschöpfung [Rp/KWh]	1.7	0.9	0.2
Beschäftigung [Personen]	531	1'187	82
Beschäftigung [Personen/TWh]	184	89	25
Arbeitnehmereinkommen [Mio. CHF]	30	73	4
Arbeitnehmereinkommen [Rp/KWh]	1.0	0.5	0.1
Effektive Gesamteffekte (direkt+indirekt+induziert)			
Wertschöpfung [Mio. CHF]	166	662	75
Wertschöpfung [Rp/KWh]	6	5	2
Beschäftigung [Personen]	1'031	2'508	158
Beschäftigung [Personen/TWh]	358	189	49
Arbeitnehmereinkommen [Mio. CHF]	73	187	12
Arbeitnehmereinkommen [Rp/KWh]	3	1	0
Induzierte Steuereffekte			
Einkommensteuer [Mio. CHF]	3	8	1
Einkommensteuer [Rp/KWh]	0.12	0.06	0.03
Ertragsteuer [Mio. CHF]	1	3	0
Ertragsteuer [Rp/KWh]	0.05	0.02	0.01
Gesamteffekt [Mio. CHF]	5	11	1
Gesamteffekt [Rp/KWh]	0.17	0.09	0.04
Effektive Steuereffekte (direkt+indirekt+induziert)			
Einkommensteuer [Mio. CHF]	9	23	2
Einkommensteuer [Rp/KWh]	0	0	0
Ertragsteuer [Mio. CHF]	7	60	9
Ertragsteuer [Rp/KWh]	0	0	0
Kapitalsteuer [Mio. CHF]	4	13	1
Kapitalsteuer [Rp/KWh]	0	0	0
Gesamteffekt [Mio. CHF]	20	96	12
Gesamteffekt [Rp/KWh]	0.7	0.7	0.4
Einmalige Effekte aufgrund Neubau			
Induzierte Effekte			
Wertschöpfung [Mio. CHF]		828	85
Beschäftigung [Personen]		789	322
Arbeitnehmereinkommen [Mio. CHF]		631	64
Effektive Gesamteffekte (direkt+indirekt+induziert)			
Wertschöpfung [Mio. CHF]		2'134	219
Beschäftigung [Personen]		2'101	864
Arbeitnehmereinkommen [Mio. CHF]		1'690	174

Quelle: BAK Basel Economics

5 Einordnung der Ergebnisse in die Literatur

Für die vorliegende Studie wurde die Literatur gesichtet und bestehende Studien erfasst. Einerseits wurden dabei die theoretischen und modelltechnischen Grundlagen untersucht und andererseits die Ergebnisse bestehende Studien ausgewertet. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse anderer Untersuchungen mit denen der vorliegenden Studie ist allerdings aufgrund verschiedener spezifischer Aspekte nur bedingt möglich. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte kann festgehalten werden, dass die Ergebnisse der vorliegenden Studie eine realistische Grössenordnung aufweisen und innerhalb der gesamten Spannweite der Ergebnisse anderer Studien im unteren Bereich einzuordnen sind.

Für einen Vergleich der Ergebnisse mit anderen Untersuchungen bieten sich vor allem die Impact-Studien des Nuclear Energy Institute (NEI) an. Erstens handelt es sich um Studien, die grundsätzlich hinsichtlich der analysierten Technologie ähnlich ausgelegt sind. Zweitens weil es sich um regionale Analysen handelt. Drittens sind die NEI-Studien hinsichtlich der angewandten Methodik am besten mit der vorliegenden Studie vergleichbar. Die meisten NEI-Studien basieren auf einem Input-Output-Modell vom Typ I.

Tab. 7: Ergebnisse der Impact-Analyse des Nuclear Energy Institute

	Wertschöpfung [Rp/KWh]	Arbeitnehmereinkommen [Rp/KWh]	Beschäftigung [Personen/TWh]
Direkte Effekte			
Indian Point Energy Center	5.0	1.0	86.3
PPL Susquehanna Nuclear Power Plant	6.1	0.3	16.9
Millstone Power Station	3.2	0.6	68.8
Wolf Creek Generating Station	7.2	0.7	55.4
Salem and Hope Creek Nuclear Generating Stations	5.8	0.6	69.9
Palo Verde Nuclear Generation Station	2.8	0.8	76.8
Grand Gulf Nuclear Station	5.6	0.5	40.2
Diablo Canyon Power Plant	4.1	0.8	82.6
Indirekte Effekte			
Indian Point Energy Center	0.2	0.1	17.8
PPL Susquehanna Nuclear Power Plant	0.0	0.0	4.2
Millstone Power Station	0.3	0.2	34.9
Wolf Creek Generating Station	0.1	0.0	11.9
Salem and Hope Creek Nuclear Generating Stations	0.7	0.3	48.3
Palo Verde Nuclear Generation Station	0.6	0.2	50.8
Grand Gulf Nuclear Station	0.1	0.0	14.9
Diablo Canyon Power Plant	0.0	0.0	2.9
Total (direkt+indirekt)			
Indian Point Energy Center	5.2	1.1	104.1
PPL Susquehanna Nuclear Power Plant	6.1	0.3	21.2
Millstone Power Station	3.6	0.7	103.7
Wolf Creek Generating Station	7.2	0.7	67.3
Salem and Hope Creek Nuclear Generating Stations	6.5	0.8	118.2
Palo Verde Nuclear Generation Station	3.4	1.0	127.6
Grand Gulf Nuclear Station	5.7	0.5	55.0
Diablo Canyon Power Plant	4.1	0.8	85.5

Quelle: BAK Basel Economics

Bem.: zu durchschnittlichen Wechselkursen 2007

Konzeptionell bedingte Unterschiede zwischen den NEI-Untersuchungen und der vorliegenden Studie ergeben sich durch spezifische Aspekte. Hier ist zum einen die unterstellte Technologie zu nennen. So fallen die Beschäftigungs- und Einkommenseffekte beim Szenario KKM aufgrund der hohen Beschäftigungsintensität des Kraftwerks vergleichsweise hoch aus. Die im EPR-Szenario oder in anderen Studien analysierten neueren Kraftwerkstypen liegen von ihrer Personalintensität deutlich tiefer und weisen somit tiefere Einkommens- und Beschäftigungseffekte auf.

Zum andern spielt auch die regionale Abgrenzung der volkswirtschaftlichen Effekte eine Rolle. Je kleiner die Region abgegrenzt ist, umso höher ist der Anteil der indirekten Effekte, der ausserhalb der Region anfallen. So beziehen sich die meisten NEI-Untersuchungen in ihrer regionalen Abgrenzung auf US-amerikanische Counties mit weniger als 100'000 Einwohnern. Die im Durchschnitt gegenüber dem Kanton Bern (rund 1 Mio. Einwohner) engere geographische Angrenzung ist ein wichtiger Grund dafür, dass die indirekten Effekte in den NEI-Studien im Durchschnitt geringer ausfallen als in der vorliegenden Studie.

Tab. 8: Spannweite der Ergebnisse der NEI-Studien

	Wertschöpfung [Rp/KWh]	Arbeitnehmereinkommen [Rp/KWh]	Beschäftigung [Personen/TWh]
Direkte Effekte			
Minimum	2.8	0.3	16.9
Mittelwert	5.0	0.6	62.1
Maximum	7.2	1.0	86.3
Indirekte Effekte			
Minimum	0.0	0.0	2.9
Mittelwert	0.3	0.1	23.2
Maximum	0.7	0.3	50.8
Total (direkt+indirekt)			
Minimum	2.8	0.3	19.8
Mittelwert	5.2	0.7	85.3
Maximum	7.8	1.2	137.1

Quelle: BAK Basel Economics.

Bem.: zu durchschnittlichen Wechselkursen 2007

Legt man für einen Vergleich das EPR-Szenario zugrunde, welches aufgrund der unterstellten Technologie am besten hierfür geeignet ist, liegt der direkte Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Einkommenseffekte im unteren Viertel der in den verschiedenen NEI-Studien berechneten Effekte. Die indirekten Effekte liegen hingegen oberhalb des Maximums der NEI-Studien. Diese Diskrepanz ist hauptsächlich auf die engere geographische Abgrenzung zurückzuführen. Unter Berücksichtigung der Regionengrösse dürften auch die indirekten Effekte des EPR-Szenarios eher im unteren Bereich der NEI-Spannbreite einzuordnen sein.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Ergebnisse der vorliegenden Studie in einer realistischen Grössenordnung liegen. Innerhalb der Spannbreite der in den NEI-Studien berechneten Effekte liegen die Effekte im unteren Bereich, so dass die Gefahr einer Überzeichnung der Effekte in der vorliegenden Studie als relativ gering eingeschätzt werden kann.

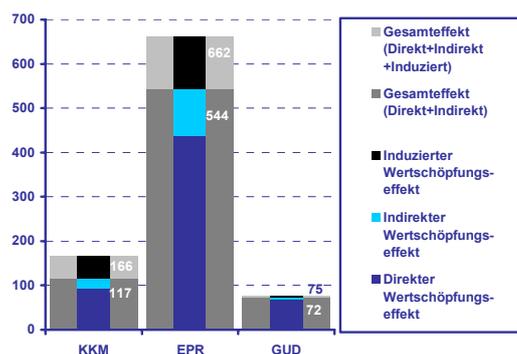
6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde eine Analyse von drei energiewirtschaftlichen Szenarien im Kanton Bern durchgeführt. Hierbei stand die Abschätzung der regionalwirtschaftlichen Wirkungen dieser Szenarien im Mittelpunkt. Dabei wurde gezeigt, welche Vorteile die Region bezüglich Wertschöpfung, Beschäftigung und Steuererträgen hat, wenn die Stromerzeugung weiterhin regional erfolgt und nicht durch Stromimporte ersetzt wird. Die Quantifizierung der verschiedenen volkswirtschaftlichen Effekte wurde mit zwei Input-Output-Modellen für den Kanton Bern vorgenommen. Die Ergebnisse des ersten Modells (Typ I) sind als Untergrenze, jene des zweiten Modells (Typ II) als numerische Obergrenze der zu erwartenden Effekte zu interpretieren.

Wertschöpfungseffekte

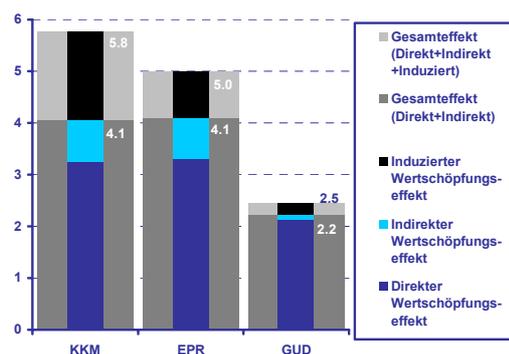
Grundsätzlich kann als Ergebnis festgehalten werden, dass die heimische Stromproduktion neben der Sicherstellung der Versorgungssicherheit für den Kanton Bern auch eine wichtige volkswirtschaftliche Rolle spielt: Im Kraftwerk Mühleberg (Basisszenario KKM) wurden im Jahr 2006 eine Bruttowertschöpfung von 94 Mio. CHF erwirtschaftet. Neben diesem direkten volkswirtschaftlichen Effekt kommt es aufgrund der vielfältigen Industrieverflechtung zusätzlich zu einem indirekten volkswirtschaftlichen Effekt bei den vorgelagerten Zuliefererbranchen. Unter Berücksichtigung dieses indirekten Effektes beträgt der effektive Wertschöpfungseffekt des Kraftwerks Mühleberg 117 Mio. CHF (Modell vom Typ I). Zählt man zusätzlich durch die Einkommen bei den Beschäftigten ausgelösten induzierten Effekte hinzu (Modell vom Typ II), liegt der effektive Gesamteffekt bei 166 Mio. CHF. Bezieht man die generierte Wertschöpfung auf die erzeugte elektrische Leistung, ergibt sich im Basisszenario ein Gesamtwert von 4.1 Rappen pro kWh (Typ II: 5.8 Rp/kWh).

Abb. 28: Effektive Wertschöpfungseffekte verschiedener Kraftwerkstypen [Mio. CHF]



Quelle: BAK Basel Economics

Abb. 29: Effektive Wertschöpfungseffekte verschiedener Kraftwerkstypen [Rp/kWh]



Quelle: BAK Basel Economics

Bezogen auf die erzeugte Leistung fällt der effektive Wertschöpfungseffekt beim Ersatz des KKW Mühleberg mit einem neuen und grösseren Reaktor vom Typ EPR in etwa gleich hoch aus. Unter Berücksichtigung der induzierten Effekte liegt der Gesamteffekt pro KWh im KKM aufgrund der höheren Beschäftigungsintensität sogar über dem effektiven Wertschöpfungseffekt im EPR.

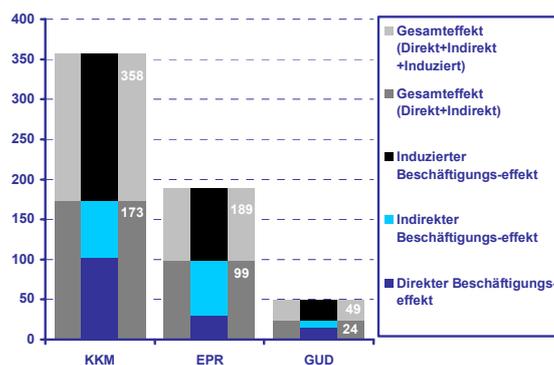
Da der neue Reaktor allerdings eine rund fünfmal so hohe installierte Leistung aufweisen wird, sind die Effekte im EPR in absoluten Zahlen deutlich höher. Der absolute effektive Gesamteffekt beträgt 544 Mio. CHF (Typ II: 662 Mio. CHF). Mit dem Ersatz des KKM durch ein EPR kann demgemäss im Kanton Bern mit einer zusätzlichen Wertschöpfung von bis zu 500 Mio. CHF pro Jahr gerechnet werden.

Im dritten Szenario - dem Bau eines GuD-Kraftwerks (GUD) - liegt die installierte Leistung zwar leicht höher als im KKM, weist aber einen deutlich niedrigeren Wertschöpfungseffekt auf. Dies liegt daran, dass beim GUD ein sehr hoher Primärenergieanteil in der Produktion benötigt wird, welcher aus dem Ausland bezogen wird. Damit kommt es zu einem erheblichen Geldabfluss. Die nachgelagerten Effekte in Berner Zuliefererbranchen fallen dementsprechend gering aus.

Beschäftigungs- und Einkommenseffekte

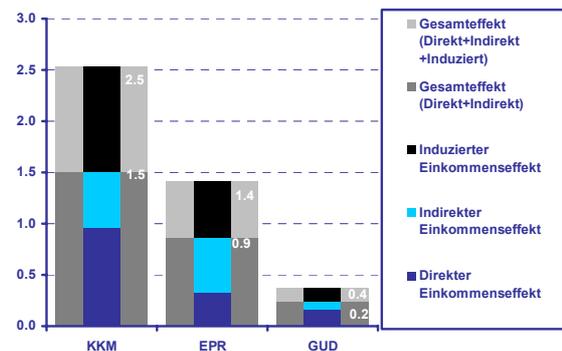
Neben der Bruttowertschöpfung sind als weitere Indikatoren der volkswirtschaftlichen Bedeutung die Effekte auf die Beschäftigung und die Arbeitnehmereinkommen von Interesse. Aufgrund der vergleichsweise hohen Personalintensität resultieren hier für das KKM pro KWh die höchsten Werte. Normiert auf eine erzeugte Leistung einer TWh sind durch den Betrieb des KKM 173 Personen beschäftigt (Typ II: 358 Personen/TWh). Deutlich niedriger liegen die Werte beim EPR (99 / 189) und beim GUD (24 / 49).

Abb. 30: Effektive Beschäftigungseffekte verschiedener Kraftwerkstypen [Personen/TWh]



Quelle: BAK Basel Economics

Abb. 31: Effektive Einkommenseffekte verschiedener Kraftwerkstypen [Rp/KWh]



Quelle: BAK Basel Economics

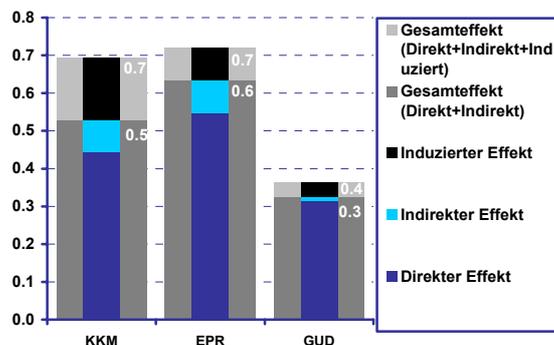
In absoluten Grössen betrachtet sind mit der wirtschaftlichen Tätigkeit des KKM effektiv 500 Arbeitsplätze (Typ II: 1'031) verbunden. Das bedeutet, dass pro Beschäftigten im Kraftwerk zusätzlich 206 Personen (Typ II: 737) in anderen Branchen des Kantons Bern eine Beschäftigung finden. Im Falle eines KKW-Neubaus (Szenario EPR) sind 1'320 (Typ II: 2'508) Arbeitsplätze mit dem Betrieb des KKW's verbunden. Im GUD liegen Beschäftigungseffekte bei 76 (Typ II: 158) Arbeitsplätzen.

Beim Einkommenseffekt ergeben sich in etwa dieselben Relationen wie bei der Beschäftigung: Das pro kWh erwirtschaftete Arbeitnehmerinnen- und Arbeitnehmerlohn liegt im KKM bei 1.5 Rappen (Typ II: 2.5 Rp/kWh). Wiederum fallen die Werte im EPR (0.9 / 1.4) und GUD (0.2 / 0.4) deutlich tiefer aus. Absolut betrachtet beträgt der Wert im KKM bei 44 Mio. CHF (Typ II: 73 Mio. CHF), im EPR bei 114 Mio. CHF (187 Mio. CHF) und im GUD bei 8 Mio. CHF (12 Mio. CHF).

Steuereffekte

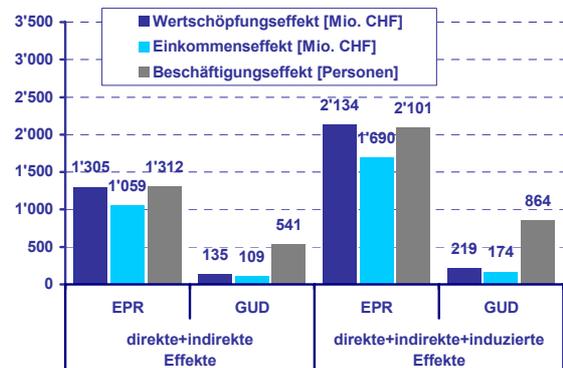
Für den Kanton Bern sind die mit den verschiedenen Kraftwerkstypen verbundenen Steuererträge von Bedeutung. Hier sind neben den direkt beim Kraftwerk und seinen Beschäftigten anfallenden Einkommens-, Ertrags- und Kapitalsteuern auch jene Steuern zu berücksichtigen, welche sich durch die ausgelösten indirekten Wertschöpfungs- und Einkommenseffekte in anderen Branchen ergeben. Die Berechnungen für das Basisszenario ergeben, dass der Kanton (inklusive Gemeinden) mit der wirtschaftlichen Tätigkeit des KKM insgesamt Steuereinnahmen in Höhe von rund 15 Mio. CHF (Typ II: 20 Mio. CHF) hat. Mit einem KKW des Typs EPR lägen die effektiven Steuererträge bei 84 Mio. CHF (Typ II: 96 Mio. CHF), beim Betrieb eines GUD bei 11 Mio. CHF (Typ II: 12 Mio. CHF).

Abb. 32: Effektive Steuereffekte verschiedener Kraftwerkstypen [Rp/kWh]



Quelle: BAK Basel Economics

Abb. 33: Effektive volkswirtschaftliche Effekte beim Neubau verschiedener Kraftwerke [Mio. CHF, Beschäftigung in Personen]



Quelle: BAK Basel Economics

Effekte der Neubauinvestitionen

Neben den laufenden Wertschöpfungseffekten durch den Betrieb der Kraftwerksanlagen sind auch mit dem Bau neuer Kraftwerke Wertschöpfungseffekte verbunden. Die Berechnungen ergeben, dass im Kanton Bern bei einem EPR-Neubau zusätzliche Wertschöpfung in Höhe von 1.3 Mia. CHF anfällt (Typ II: 1.1 Mia. CHF). Beim Bau eines GUD ist mit einer Erhöhung der Berner Wertschöpfung um 135 Mio. CHF (Typ II: 219 Mio. CHF) zu rechnen. Die in Folge der höheren Wertschöpfung zusätzlich anfallenden Arbeitnehmereinkommen liegen beim EPR rund 1 Mia. CHF, beim GUD bei 174 Mio. CHF. Zudem kommt es beim Bau eines EPR über 10 Jahre zu einem Beschäftigungseffekt in Höhe von rund 1'300 Stellen (Typ II: 2'100), bei Bau eines GuD-Kraftwerks liegt die Zahl der zusätzlich generierten Arbeitsplätze bei 541 (Typ II: 864) über 2.5 Jahre.

Fazit

Grosse Kraftwerke sind nicht nur für eine sichere Stromversorgung wichtig. Sie stellen auch einen volkswirtschaftlich wichtigen Faktor für die regionale Wirtschaft dar. So generiert ein neues Kraftwerk mit 1'600 MW installierter Leistung jährlich gut 500 Mio. CHF an Wertschöpfung und etwa 2'000 Arbeitsplätze im Kanton Bern. Bei einem GuD-Kraftwerk sind die Effekte etwas geringer, weil der Primärenergieanteil in der Produktion relativ hoch ausfällt. Da das Gas aus dem Ausland importiert werden muss, kommt es hier zu einem Geldabfluss.

7 Literaturverzeichnis

- Areva NP (2006):
«*EPR The first-build Gen III reactor*». Press Kit, Areva NP,
<http://www.areva-np.com/scripts/info/publigen/content/templates/show.asp?P=189&L=DE>
- Breyer, W. (2005):
«*Wie lange reicht das Uran?*». Framatome ANP GmbH, Erlangen
- Bundesamt für Energie (2007a):
«*Die Energieperspektiven 2035 – Band 1 Synthese*»,
http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00538/index.html?lang=de&dossier_id=01100.
- Bundesamt für Energie (2007b):
«*Die Energieperspektiven 2035 – Anhang zu Band 1*», Prognos AG,
http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00538/index.html?lang=de&dossier_id=01100.
- Bundesamt für Energie (2007c):
«*Die Energieperspektiven 2035 – Management Summary*», Bundesamt für Energie BFE,
<http://www.news-service.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/7000.pdf>
- Bundesamt für Energie (2007d):
«*Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2006*». Bundesamt für Energie BFE, BBL, Bern
- Hirschberg et al. (2005):
«*Ganzheitliche Betrachtung von Energiesystemen (GABE), Neue erneuerbare Energien und neue Nuklearanlagen: Potenziale und Kosten*». PSI Bericht Nr. 05-04, Paul Scherrer Institut (PSI), Villigen
- Nathani, C., Wickart, M., Oleschak, R., van Nieuwkoop, R. (2006):
«*Estimation of a Swiss Input-Output Table for 2001*». CEPE Report No. 6, Centre for Energy Policy and Economics (CEPE), ETH Zurich, Zuerich.
- Nuclear Energy Institute, (2003):
«*Economic Benefits of Millstone Power Station*». Nuclear Energy Institute, Washington D.C.
- Nuclear Energy Institute, (2004a):
«*Economic Benefits of Diablo Canyon Power Plant*». Nuclear Energy Institute in cooperation with Pacific Gas & Electric Company, San Luis Obispo Economic Vitality Corporation, Washington D.C.
- Nuclear Energy Institute, (2004b):
«*Economic Benefits of Indian Point Energy Center*». Nuclear Energy Institute, Washington D.C.
- Nuclear Energy Institute, (2004c):
«*Economic Benefits of Palo Verde Nuclear Generation Station*». Nuclear Energy Institute, Washington D.C.
- Nuclear Energy Institute, (2005):
«*Economic Benefits of Wolf Creek Generating Station*». Nuclear Energy Institute, Washington D.C.
- Nuclear Energy Institute, (2006a):
«*Economic Benefits of Grand Gulf Nuclear Station*». Nuclear Energy Institute in cooperation with Entergy, Washington D.C.
- Nuclear Energy Institute, (2006b):
«*Economic Benefits of PPL Susquehanna Nuclear Power Plant*». Nuclear Energy Institute in cooperation with PPL Corporation, Washington D.C.
- Nuclear Energy Institute, (2006c):
«*Economic Benefits of Salem and Hope Creek Nuclear Generating Stations*». Nuclear Energy Institute, Washington D.C.
- swissnuclear (2007):
«*Betrieb der schweizerischen Kernkraftwerke*». Jahresrückblick 2006, swissnuclear, Olten