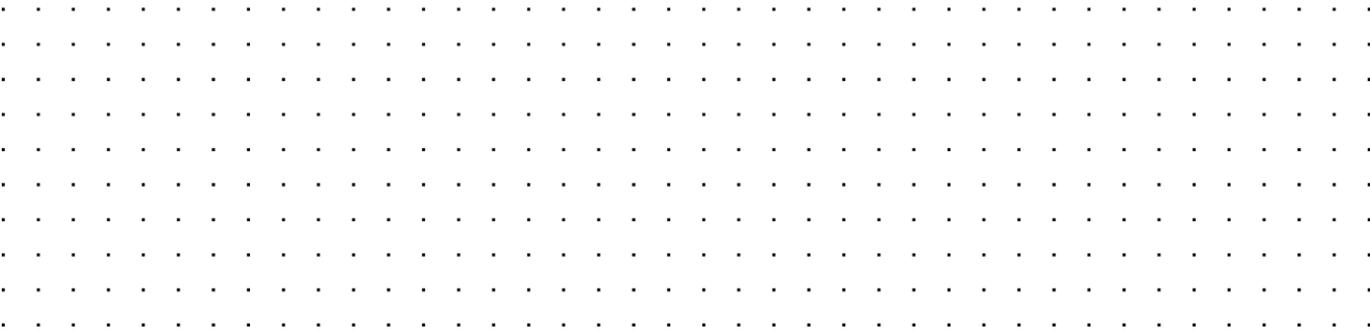


Grundlagenbericht: Konzept für einen Thurgauer Strommix ohne Kernenergie

12. September 2013



Auftraggeber

Departement für Inneres und Volkswirtschaft (DIV) Kanton Thurgau,
Abteilung Energie

Lenkungsausschuss

Kaspar Schläpfer, Regierungsrat
Andreas Keller, Generalsekretär DIV
Andrea Paoli, Leiter Abteilung Energie

Projektleitung

Andrea Paoli, Bernard Dubochet, Urs Dünnenberger, Cornel Loser

Auftragnehmer

Ernst Basler + Partner, Zollikon

Autorinnen und Autoren

Katrin Bernath, Michel Müller, Ingrid Kissling, Mireille Salathé, Nana von Felten,
Sabine Perch-Nielsen, Peter de Haan, Hans-Christian Angele

Arbeitsgruppe

Hans Bieri	Bieri Motoren GmbH
Reiner Bodmer	WWF Bodensee/Thurgau
Thomas Böhni	Initiant des Antrages
Philipp Dietrich	Axpo AG (ab 2013)
Urs Dünnenberger	Solarstrom-Pool Thurgau
Christian Eggenberger	BBZ Arenenberg Biogasberatungsstelle
Jürg Hertz	Amt für Umwelt Kanton Thurgau
Werner Huber	Energiefachleute Thurgau EFT
Toni Kappeler	Pro Natura Thurgau
Andreas Koch	Kompetenz-Zentrum Erneuerbare Energie SüdThurgau KEEST
Cornel Loser	Elektrizitätswerk Kanton Thurgau EKT
Lorenz Neher	Holzenergie Thurgau
Mathias Rickenbach	Forstamt Thurgau
Stefan Roth	Axpo AG (bis Ende 2012)
Karl Spiess	Verband Thurgauer Gemeinden VTG
Andreas Sutter	Amt für Raumplanung Kanton Thurgau
Romano Zraggen	Verband Thurgauischer Elektrizitätsversorger VTE

Die Arbeitsgruppe hat die Erarbeitung des vorliegenden Berichts begleitet und die Inhalte in vier Sitzungen diskutiert. Sie begrüsst die Erarbeitung einer Strategie für eine Stromversorgung ohne Kernenergie im Kanton Thurgau. Die Arbeitsgruppe unterstützt zusätzliche Anstrengungen zur Erhöhung der Energieeffizienz und ist sich einig, dass der Anteil der erneuerbaren Stromproduktion erhöht werden soll. Die Strategievarianten und Massnahmen zeigen mögliche Wege auf, wie ein Thurgauer Strommix ohne Kernenergie erreicht werden kann. Sie widerspiegeln aber nicht die Meinungen der einzelnen Mitglieder der Arbeitsgruppe.

Ernst Basler + Partner AG
Zollikerstrasse 65
8702 Zollikon
Telefon +41 44 395 11 11
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	I
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangslage	1
1.2 Ziele und Fragestellungen.....	2
2 Vorgehen	3
2.1 Arbeitsschritte und Aufbau des Berichts.....	3
2.2 Projektorganisation	5
2.3 Systemabgrenzung	5
3 Ist-Analyse: Situation im Kanton Thurgau	7
3.1 Strommarkt Kanton Thurgau.....	7
3.1.1 Zentrale Akteure der Stromversorgung.....	7
3.1.2 Strommix	8
3.2 Stromnachfrage	9
3.3 Stromproduktion im Kanton Thurgau	13
3.4 Potenziale.....	14
3.4.1 Energieeffizienz.....	14
3.4.2 Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien	15
3.5 Nationale Rahmenbedingungen	20
3.5.1 Nationale Energiepolitik.....	20
3.5.2 Energiestrategie 2050	21
3.5.3 Entwicklung der Stromproduktion national	23
3.5.4 Marktöffnung	24
3.5.5 Energiepolitik der Kantone	26
3.6 Rahmenbedingungen Kanton Thurgau	26
3.6.1 Kantonales Energiegesetz	26
3.6.2 Kantonales Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über die Stromversorgung	27
3.6.3 Kantonales Energiekonzept	28
3.6.4 Fördermassnahmen	29
3.6.5 Kanton als Aktionär der Axpo	31
3.7 Strategien der EVU.....	32
3.8 Fazit	33
4 Zielformulierung	35
4.1 Kontext: Energiesystem	35
4.2 Szenarien zur Stromnachfrage.....	37
4.2.1 Nationale Entwicklung.....	37
4.2.2 Entwicklung im Kanton Thurgau.....	41
4.3 Ziele Stromnachfrage	43
4.4 Ziele Stromangebot.....	45

5	Strategievarianten	47
5.1	Eckwerte der Strategievarianten	47
5.2	Strategievariante 1	49
5.3	Strategievariante 2	52
6	Massnahmen zur Umsetzung der Strategievarianten	55
6.1	Vorgehen.....	55
6.2	Massnahmen Stromnachfrage	56
6.3	Massnahmen Stromangebot.....	62
6.4	Rahmenbedingungen	68
6.5	Begleitende Massnahmen.....	71
6.6	Prioritäre Massnahmen pro Strategievariante	74
6.6.1	Massnahmen Strategievariante 1	74
6.6.2	Massnahmen Strategievariante 2	80
6.6.3	Vergleich der Strategievarianten.....	84
7	Auswirkungen der Strategievarianten	89
7.1	Investitionskosten.....	89
7.2	Stromkosten	90
7.3	Förder- und Vollzugskosten	91
7.4	Regionale Wertschöpfung	92
7.5	Anreize für Innovationen und Lerneffekte	93
7.6	Umwelt	94
7.7	Versorgungssicherheit	98
7.8	Auswirkungen im Überblick.....	100
8	Monitoring der Zielerreichung	101
9	Synthese	103
10	Stellungnahmen.....	107

Anhänge

A1	Glossar
A2	Literatur und rechtliche Grundlagen
A3	Daten Ist-Analyse
A4	Potenzial Photovoltaik: Vorgehen
A5	Steckbriefe der Szenarien der Energieperspektiven 2050
A6	WKK-Anlagen
A7	Speichertechnologien
A8	Details zu den Strategievarianten
A9	Bewertungsgrundlagen

Zusammenfassung

Ausgangslage zur Stromversorgung im Kanton Thurgau

Im Kanton Thurgau haben Bevölkerung und Politik klare Bekenntnisse zu einem energiepolitischen Kurs abgegeben, der auf erhöhte Energieeffizienz und die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien setzt:

- Die Thurgauer Stimmberechtigten haben am 15. Mai 2011 die Verfassungsinitiative „Ja zu effizienter und erneuerbarer Energie“ angenommen.
- Am 30. März 2011 wurde im Grossen Rat ein Antrag eingereicht, der vom Regierungsrat verlangt, dem Grossen Rat ein „Konzept für einen Thurgauer Strommix ohne Atom“ vorzulegen. Der Regierungsrat stimmte der Ausarbeitung eines solchen Konzepts zu, worauf der Antrag im Grossen Rat am 25. Januar 2012 für erheblich erklärt wurde.

Am 6. März 2012 beauftragte der Regierungsrat das Departement für Inneres und Volkswirtschaft mit der Erarbeitung eines „Konzepts für einen Thurgauer Strommix ohne Kernenergie“. Die Erarbeitung des vorliegenden Grundlagenberichtes wurde durch eine breit abgestützte Arbeitsgruppe aus betroffenen Organisationen, Energieversorgungsunternehmen, Fachspezialisten und Verwaltungsstellen unterstützt, die ihr Know-how bei der Bearbeitung der Fragestellungen einbringen konnten. Der Grundlagenbericht soll Strategien aufzeigen, mit denen der Kanton Thurgau eine Stromversorgung ohne Kernenergie realisieren kann.

Der Stromverbrauch im Kanton Thurgau lag im Jahr 2010 bei 1'675 GWh. Dies entspricht einer Steigerung von rund 12% gegenüber dem Verbrauch im Jahr 2000. Der Standardstrommix für die Grundversorgung der EKT Energie AG besteht zu drei Vierteln aus Atomstrom. Die Abhängigkeit von Atomstrom im Kanton Thurgau ist dementsprechend hoch.

Der im Kanton Thurgau konsumierte Strom wird zu einem sehr grossen Teil aus der übrigen Schweiz und dem Ausland importiert. Die kantonale Stromproduktion basiert weitgehend auf erneuerbaren Energiequellen. Im Jahr 2010 wurden rund 63 GWh Elektrizität aus erneuerbaren Quellen produziert. Dies deckt etwa 4% des kantonalen Stromverbrauchs. Zusätzlich wurden 2010 in Wärmekraftkopplungs-Anlagen (WKK-Anlagen) rund 11 GWh Strom aus nicht erneuerbaren Energien produziert.

Im Kanton Thurgau bestehen hohe, noch nicht ausgeschöpfte Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien für die Stromproduktion. Das Potenzial von Effizienzmassnahmen zur Reduktion der Stromnachfrage im Kanton Thurgau wird auf über 400 GWh/a geschätzt. Demgegenüber stehen nachfragesteigernde Effekte wie beispielsweise die Substitution fossiler Energieträger, Komfortsteigerungen sowie Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum. Auf der Seite der Stromproduktion durch erneuerbare Energien ergeben aktualisierte Potenzialschätzungen eine mögliche jährliche Stromproduktion zwischen rund 900

Klare Bekenntnisse für Energieeffizienz und erneuerbare Energien

Erarbeitung eines Grundlagenberichts für ein „Konzept für einen Thurgauer Strommix ohne Kernenergie“

Kantonale Ausgangslage Stromnachfrage

Kantonale Ausgangslage Stromproduktion

Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien

Rahmenbedingungen nationale
Energiepolitik und Strommarkt

bis knapp 1'700 GWh. Bei diesen Schätzungen ist die Unsicherheit zu beachten, die bei der Betrachtung über einen Zeithorizont bis 2050 besteht.

Die Umsetzung einer Strategie für einen kernenergiefreien Strommix im Kanton Thurgau ist in politische, rechtliche, wirtschaftliche und technologische Entwicklungen eingebettet, die ausserhalb des Einflussbereichs des Kantons liegen. Dabei sind die kantonalen energiepolitischen Entscheidungen insbesondere auf die nationalen Aktivitäten im Rahmen der Energiestrategie 2050 des Bundes abzustimmen. Auch die geplante Strommarktöffnung sowie die Einbindung der Schweiz in den internationalen Strommarkt führen zu Veränderungen, welche die zukünftige Stromversorgung beeinflussen.

Ziele zu Stromnachfrage und -angebot

Zielformulierung im Kontext des
gesamten Energiesystems

Die Stromversorgung ist sehr eng mit den übrigen Energieträgern verbunden. Ziele zur Entwicklung der Stromnachfrage und zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen sind daher im Kontext des gesamten Energiesystems festzulegen. Werden die Verbindungen der Stromnachfrage mit dem gesamten Energiesystem nicht im Auge behalten, besteht die Gefahr, Teilziele zur Stromversorgung zu formulieren, die übergeordneten Effizienz- und Nachhaltigkeitszielen zuwiderlaufen.

Ziele Stromnachfrage

Die Ziele zum Stromverbrauch im Kanton Thurgau sind in die nationalen Szenarien der Energieperspektiven 2050 eingebettet. Als Referenzentwicklung ohne zusätzliche Massnahmen wird von einem Anstieg der jährlichen Stromnachfrage bis ins Jahr 2050 auf knapp 2'000 GWh ausgegangen. Für den vorliegenden Grundlagenbericht wurden zwei Strategievarianten mit unterschiedlichen Zielen zur Stromnachfrage hergeleitet:

- In Strategievariante 1 soll die Stromnachfrage bis ins Jahr 2050 bei rund 1'700 GWh/a stabilisiert werden.
- In Strategievariante 2 soll die Stromnachfrage bis ins Jahr 2050 gegenüber 2010 deutlich reduziert werden. In Anlehnung an das nationale Szenario „Neue Energiepolitik“ wird eine Reduktion um rund 13% auf 1'450 GWh/a angestrebt.

Übergeordnete Ziele
Stromangebot

Die Formulierung von Zielen zum Stromangebot orientiert sich an den folgenden übergeordneten volkswirtschaftlichen und ökologischen Zielen, welche zum Teil in Konflikt zueinander stehen:

- Die Versorgungssicherheit ist sicherzustellen.
- Die Wertschöpfung der Stromproduktion soll soweit als möglich im Kanton realisiert werden.
- Die Stromkosten sollen marktverträglich bleiben.
- Die Umweltverträglichkeit ist beim Bau von Anlagen zur Stromproduktion sicherzustellen.
- Die Investitionen in Energieinfrastrukturanlagen sollen nicht allein von der öffentlichen Hand bzw. von der EKT und den kommunalen Energieversorgungsunternehmen getätigt werden. Es sind Voraussetzungen

und Rahmenbedingungen zu schaffen, welche Anreize setzen, damit sich Private und Firmen beteiligen.

Auf diesen Grundlagen aufbauend ergeben sich folgende Möglichkeiten zum Stromangebot:

- Bezug von Atomenergie, schrittweise Reduktion.
- Ausbau der Stromproduktion durch erneuerbare Energien (EE) im Kanton Thurgau.
- Ausbau der Stromproduktion durch erneuerbare Energien in der übrigen Schweiz und im Ausland (durch Beteiligungen an entsprechenden Anlagen).
- Einsatz von WKK-Anlagen mit nicht erneuerbaren Energien.
- Kauf von Zertifikaten für erneuerbaren Strom.

Alternativen beim Stromangebot

Strategievarianten zur zukünftigen Stromversorgung

Durch unterschiedliche Gewichtung der übergeordneten Ziele und der Möglichkeiten zum Stromangebot wurden zwei Strategievarianten festgelegt. Beide Strategievarianten orientieren sich an den bestehenden energie- und klimapolitischen Rahmenbedingungen des Kantons Thurgau und am übergeordneten Ziel, einen Strommix ohne Atomenergie zu erreichen. Sie zeigen mögliche Wege auf, wie dieses Ziel erreicht werden kann.

Zwei Strategievarianten zeigen mögliche Zielsetzungen bis 2050 auf

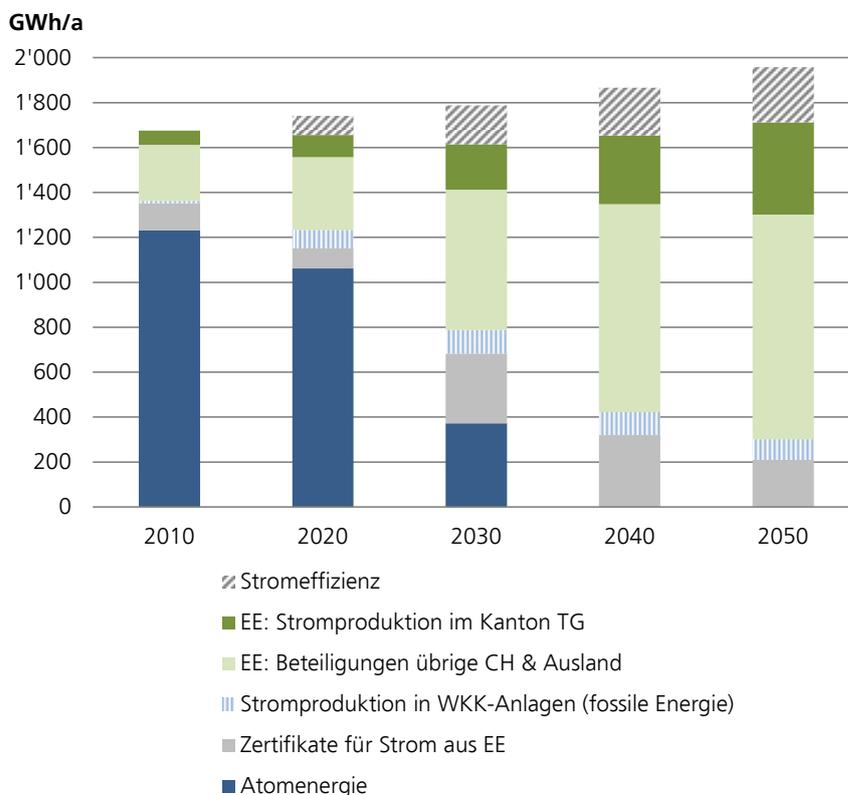
In Strategievariante 1 wird der Schwerpunkt darauf gelegt, die Auswirkungen auf die Strompreise möglichst tief zu halten. Die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien wird primär nach wirtschaftlichen Kriterien ausgebaut und nicht vorrangig im Kanton. Der Kanton folgt sowohl bei der Energieeffizienz als auch beim Zeitplan für den Ausstieg aus der Atomenergie der nationalen Energiestrategie. Er leistet einen aktiven Beitrag dazu, die darin vorgesehenen kantonalen Massnahmen umzusetzen. In der Abbildung Z-1 sind die Ziele für diese Strategievariante für das Jahr 2050 und Zwischenziele in 10-Jahresschritten dargestellt.

Strategievariante 1:
Grundsätze

Diese Strategievariante basiert auf einer konservativen Schätzung der Potenziale zur Stromproduktion aus erneuerbaren Energien im Kanton. Zudem wird bei der Photovoltaik nur ein Drittel der gemäss Potenzialanalyse auf geeigneten bestehenden Gebäuden möglichen Stromproduktion angerechnet. Ein grosser Anteil des Stromangebots wird durch Beteiligungen an Anlagen in der übrigen Schweiz und im Ausland abgedeckt. Die Stromproduktion aus fossilen Energieträgern in dezentralen WKK-Anlagen wird ausgebaut. Die Differenz zwischen Nachfrage und Angebot aus obigen Quellen wird über den internationalen Stromhandel (physischer Bezug) und Zertifikate für Strom aus erneuerbaren Energien (Herkunftsnachweise für die entsprechende Energiemenge) gedeckt.

Strategievariante 1:
Entwicklung Stromangebot

Abbildung Z-1:
Ziele Stromnachfrage und -
angebot für Strategievariante 1



Strategievariante 2:
Grundsätze

In Strategievariante 2 wird das Ziel stark gewichtet, die Wertschöpfung der Stromproduktion im Kanton zu realisieren. Dazu wird die Stromnachfrage soweit als möglich durch die Nutzung der erneuerbaren Energien im Kanton gedeckt. Der Ausstieg aus der Kernenergie erfolgt parallel zur nationalen Entwicklung bis 2035. Im Gegensatz zu Strategievariante 1 wird jedoch eine deutliche Verstärkung der Stromeffizienz angestrebt. Abbildung Z-2 zeigt die Ziele für diese Strategievariante für das Jahr 2050 und Zwischenziele in 10-Jahresschritten.

Strategievariante 2:
Entwicklung Stromangebot

Die nach heutigen Erkenntnissen verfügbaren technisch-ökologischen Potenziale zur Stromproduktion aus erneuerbaren Energien im Kanton Thurgau werden weitgehend ausgeschöpft. Einzig bei der Photovoltaik wird aufgrund der im Jahresverlauf schwankenden Produktion nur ein Drittel der gemäss Potenzialanalyse auf geeigneten bestehenden Gebäuden und Neubauten bis 2050 möglichen Stromproduktion angerechnet. Die Beteiligungen an Anlagen zur erneuerbaren Stromproduktion in der übrigen Schweiz und im Ausland werden in dieser Strategievariante nur wenig ausgebaut. Ein verstärkter Einsatz von WKK-Anlagen mit nicht erneuerbaren Energien ist von Bedeutung, damit die Produktionsschwankungen bei den erneuerbaren Energien ausgeglichen werden können. Die Differenz zwischen Nachfrage und Angebot aus obigen Quellen wird in der Übergangsphase über den internationalen Stromhandel (physischer Bezug) und Zertifikate für Strom aus erneuerbaren Energien (Herkunftsnachweise für die entsprechende Energiemenge) gedeckt.

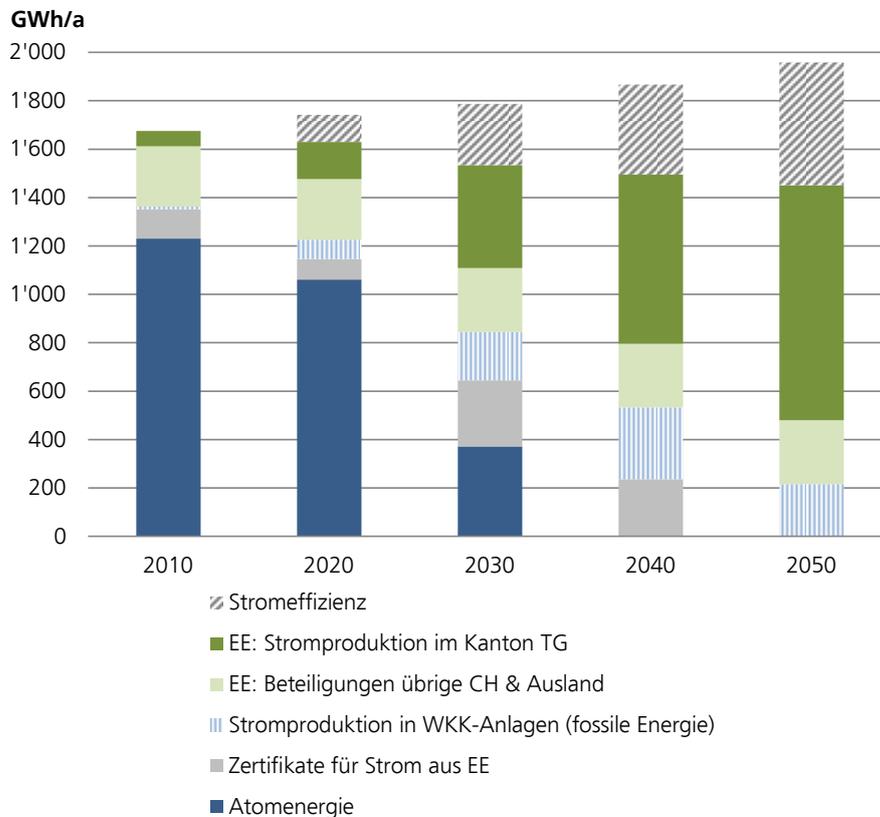


Abbildung Z-2:
Ziele Stromnachfrage und -
angebot für Strategievariante 2

Massnahmen zur Zielerreichung

Damit die in den Strategievarianten festgelegten Ziele erreicht werden, braucht es Massnahmen, die auf verschiedenen Ebenen ansetzen:

- Von grosser Bedeutung sind Massnahmen, die auf die Senkung der Stromnachfrage (Energieeffizienz) zielen.
- Ebenso wichtig sind Massnahmen, die zur Sicherstellung eines nachhaltigen Stromangebots und insbesondere zu einem Ausbau der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien beitragen.
- Schliesslich sind auch generelle Rahmenbedingungen der zukünftigen Stromversorgung zentral sowie begleitende Massnahmen, welche die Strombezüger und -versorger sensibilisieren, Verhaltensänderungen anregen und die Zusammenarbeit aller Akteure fördern.

Die Umsetzung hin zu einem Strommix ohne Kernenergie ist ein langfristiges Vorhaben, das ein schrittweises Vorgehen erfordert. In diesem Sinne wurden für beide Strategievarianten Zwischenziele bis 2020 quantifiziert und die zur Erreichung dieser Ziele prioritären Massnahmen identifiziert.

Für die Zielerreichung in Strategievariante 1 sind die folgenden Massnahmen von Bedeutung:

- Eine Stabilisierung der Stromnachfrage im Kanton Thurgau soll vor allem durch finanzielle Anreize über die Stromtarife, den Ersatz von Elektroheizungen und -boilern, die Umsetzung des Grossverbraucherar-

Identifikation von Massnahmen zur Umsetzung

Prioritäre Massnahmen pro Strategievariante zur Erreichung der Zwischenziele 2020

Zentrale Massnahmen in Strategievariante 1

tikels sowie von Projekten und Programmen im Rahmen der wettbewerblichen Ausschreibungen des Bundes erreicht werden.

- Zur Erreichung der Ziele zur Entwicklung des Stromangebots ist die Festlegung von Vorgaben zu einem Mindestanteil von Strom aus erneuerbaren Energien im Basisangebot zentral. Weiter soll die Stromproduktion im Kanton durch Fördermassnahmen für erneuerbare Energien und für fossil befeuerte WKK-Anlagen erhöht werden. Gleichzeitig soll ein Ausbau von Wärmenetzen erfolgen. Eine wichtige Massnahme in Strategievariante 1 ist zudem der Ausbau der Beteiligungen. Dazu kann der Kanton einerseits über die Eigentümerstrategie für die EKT Einfluss nehmen und andererseits als Aktionär der Axpo Bezugsrechte für erneuerbaren Strom der Axpo sichern. Auch Gemeinden können ihre Rolle als Eigentümer von Energieversorgungsunternehmen nutzen, um ihre Beteiligungen an erneuerbaren Energien auszubauen.
- Schliesslich sind bestehende energiepolitische Massnahmen fortzuführen, wie beispielsweise die kommunale Energieplanung und Massnahmen im Gebäudebereich.

Wirkung und Kosten der
Massnahmen in
Strategievariante 1

Der beschriebene Massnahmenmix führt zu einer geschätzten Reduktion der Stromnachfrage 2020 um rund 90 GWh/a im Vergleich zur Referenzentwicklung und zu einer Erhöhung der Stromproduktion im Kanton Thurgau um knapp 140 GWh/a. Zur Erreichung dieser Wirkungen sind Förder- und Vollzugskosten von durchschnittlich 8.4 Mio. Franken pro Jahr einzusetzen. Diese Kosten sind durch Steuermittel zu finanzieren.

Zentrale Massnahmen in
Strategievariante 2

Für die Zielerreichung in Strategievariante 2 ist eine Abgabe an das Gemeinwesen (Förderabgabe) für die Finanzierung von Massnahmen zur Förderung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien zentral. Die Wirkung der Förderabgabe wird unterstützt durch Informationen, finanzielle Anreize und Vorschriften zur Förderung der Effizienz im Alltag. Weiter sind die folgenden Massnahmen von Bedeutung:

- Zur Reduktion der Stromnachfrage im Kanton Thurgau sind der Ersatz von Elektroheizungen und -boilern, die Umsetzung des Grossverbraucherartikels sowie von Projekten und Programmen im Rahmen der wettbewerblichen Ausschreibungen des Bundes wichtig.
- Massnahmen auf der Seite des Stromangebots sind Vorgaben zu einem Mindestanteil von Strom aus erneuerbaren Energien im Basisangebot sowie Fördermassnahmen für die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien, für fossil befeuerte WKK-Anlagen und Wärmenetze.
- Als wichtige begleitende Massnahme soll als Hilfestellung für Bewilligungsverfahren ein Leitfaden in Zusammenarbeit mit den Gemeinden und Projektentwicklern erstellt werden. Über Beteiligungen an Anlagen in der übrigen Schweiz und im Ausland sind Bezugsrechte für erneuerbaren Strom zu sichern. Dabei sind insbesondere die Möglichkeiten des Kantons als Aktionär der Axpo zu nutzen. Die Entwicklung einer Strategie zum Einsatz von Power-to-Gas Anlagen ist relevant vor dem Hintergrund des verbreiteten Einsatzes erneuerbarer Energie und fossiler WKK-Anlagen.
- Bei den Rahmenbedingungen und begleitenden Massnahmen kommt auch in Variante 2 der Eigentümerstrategie des Kantons für die EKT ei-

ne hohe Bedeutung zu, in der Ziele festzulegen sind bezüglich Energieeffizienz und eigenen Produktionsanlagen. Weitere wichtige Massnahmen sind zusätzliche Vorgaben in der Energierichtplanung bzw. in den Bauvorschriften sowie eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen Kanton und Gemeinden.

Die beschriebenen Massnahmen führen zu einer Reduktion der Stromnachfrage 2020 um knapp 120 GWh/a im Vergleich zur Referenzentwicklung und zu einer Erhöhung der Stromproduktion im Kanton Thurgau um rund 180 GWh/a. Dafür müssen durchschnittlich 14 Mio. Franken pro Jahr an Förder- und Vollzugskosten eingesetzt werden, wobei rund 13 Mio. Franken pro Jahr über eine Förderabgabe finanziert werden.

Wirkung und Kosten der Massnahmen in Strategievariante 2

Auswirkungen der Strategievarianten

Die ökonomischen, ökologischen und sozialen Auswirkungen der beiden Strategievarianten über den gesamten betrachteten Zeitraum bis 2050 sind in Tabelle Z-1 zusammengefasst. In der Gegenüberstellung der beiden Varianten zeigen beide Vor- und Nachteile bezüglich einzelner Kriterien. Eine Gesamtbewertung ist abhängig von einer politischen Gewichtung. Die vorliegende Bewertung der Auswirkungen stellt eine erste Abschätzung von Grössenordnungen dar, welche auf erwarteten Richtwerten basieren. Bei der Ausgestaltung und Umsetzung von konkreten Massnahmen sind die Auswirkungen vertieft zu prüfen.

Ökonomische, ökologische und soziale Auswirkungen der Strategievarianten im Überblick

Kriterium	Strategievariante 1	Strategievariante 2
Investitionskosten 2010-2050	1'300 Mio. Franken	1'550 Mio. Franken
Strompreise	max. 3% über Referenz	max. 16% über Referenz
Ausgaben für Strom 2010-2050	15'200 Mio. Franken	15'600 Mio. Franken
Förder- und Vollzugskosten	8.4 Mio. Fr./a	14 Mio. Fr./a, davon 13 Mio. Fr./a finanziert über Förderabgabe
Regionale Wertschöpfung	780 Mio. Franken	1'140 Mio. Franken
Anreize für Innovationen und Lerneffekte	Positive Anreize bei Projektierung von Anlagen, effizienter Stromverbrauch	Positive Anreize bei Projektierung und Realisierung von Anlagen, effizienter Stromverbrauch. Chancen in der Anwendung von Speicherlösungen und „vernetzter Energiesysteme“
Umweltbelastung	2010-2050: - 65%	2010-2050: - 62%
Treibhausgasemissionen Stromproduktion inkl. CO ₂ -Kompensation und Substitution fossiler Feuerungen	2010-2050: + 190% bzw. +5.7% der Emissionen im Kanton Thurgau	2010-2050: + 200% bzw. +6.1% der Emissionen im Kanton Thurgau
Versorgungssicherheit	Reduzierte Risiken: Substitution Kernenergie durch erneuerbare, lokale Energieträger Erhöhte Risiken bzgl. Stromtransport bei Beteiligungen im Ausland	Reduzierte Risiken: Substitution Kernenergie durch erneuerbare, lokale Energieträger Erhöhte technische Risiken durch volatile Produktion

Tabelle Z-1:
Auswirkungen der beiden Strategievarianten im Überblick

Auswirkungen der beiden Strategievarianten auf die Umwelt	In beiden Varianten sinkt die Umweltbelastung gegenüber heute deutlich. Bei den Treibhausgasemissionen ist im Vergleich zu heute ein Anstieg zu verzeichnen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Kernenergie im Vergleich zu den meisten anderen Energieträgern bezüglich Gesamtumweltbelastung schlechter und bezüglich CO ₂ -Emissionen besser abschneidet. Im Vergleich zu einer Referenzentwicklung, basierend auf Analysen zum zukünftigen europäischen Strommix, wird jedoch in beiden Varianten eine deutlich bessere CO ₂ -Bilanz erreicht.
Unsicherheiten langfristiger Entwicklungen und Monitoring der Zielerreichung	Die beiden Strategievarianten definieren langfristige Ziele und Zwischenziele pro Jahrzehnt, um Wege aufzuzeigen, wie ein kernenergiefreier Strommix erreicht werden kann. Die vorgeschlagenen Massnahmen konzentrieren sich auf die bis 2020 definierten Ziele. Dabei stehen die Massnahmen im Kontext von verschiedenen Einflussfaktoren, wie Wirtschaftslage, nationale Energiepolitik und technologischer Fortschritt, deren Verlauf nicht mit Sicherheit vorausgesagt werden kann. Ergibt sich eine Entwicklung, die signifikant von den in dieser Studie getroffenen Annahmen abweicht, sind die Massnahmen nach Bedarf anzupassen. Ein Monitoring ist unabdingbar als Grundlage, um die Auswirkungen solcher Entwicklungen zu erkennen und zeitnah notwendige Anpassungen vornehmen zu können.
Zusammenarbeit und Beiträge verschiedener Akteure sind wichtig	Der Ausstieg aus der Kernenergie ist eine Aufgabe für verschiedene Akteure. Die politischen Zuständigkeiten sind verteilt auf nationaler, kantonaler und kommunaler Ebene. Für die Zielerreichung sind der Einbezug von Wirtschaft und Bevölkerung sowie ein breites Engagement aller Akteure zentral. Bei der Umsetzung der Massnahmen ist eine enge Zusammenarbeit mit Gemeinden, Energieversorgungsunternehmen, Verbänden und weiteren Partnern zu beachten und die Einbettung in die nationale Energiepolitik sicherzustellen.
Erarbeitung Strategie wird begrüsst, aber mit unterschiedlichen Schwerpunkten	Die Erarbeitung einer Strategie für eine Stromversorgung ohne Kernenergie im Kanton Thurgau wird von der Arbeitsgruppe, welche die Erarbeitung des vorliegenden Grundlagenberichtes begleitet hat, grundsätzlich begrüsst. Die Arbeitsgruppe unterstützt zusätzliche Anstrengungen zur Erhöhung der Energieeffizienz und einen Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe setzen unterschiedliche Schwerpunkte bezüglich der konkreten Zielsetzungen und Massnahmen.
Vorschlag dritte Strategievariante	Eine dritte Strategievariante wurde von Mitgliedern der Arbeitsgruppe eingebracht (vgl. Kap. 10, gemeinsame Stellungnahme Pro Natura Thurgau, Solarstrom-Pool Thurgau, Energiefachleute Thurgau EFT, WWF Bodensee/Thurgau). Die zentralen Punkte dieser Variante sind ein rascherer Ausstieg aus der Kernenergie und eine erhöhte Nutzung der Photovoltaik für die Stromproduktion im Kanton Thurgau. Der Lenkungsausschuss erachtete es jedoch als sinnvoll, den Zeitplan für den Ausstieg aus der Kernenergie mit den nationalen Energieperspektiven abzustimmen. Die dritte Variante wurde deshalb in der Erarbeitung des Grundlagenberichts nicht weiter verfolgt.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Am 30. März 2011 wurde ein Antrag gemäss Art. 52 der Geschäftsordnung des Grossen Rates (GOGR) eingereicht, der vom Regierungsrat verlangte, dem Grossen Rat ein „Konzept für einen Thurgauer Strommix ohne Atom“ vorzulegen. In seiner Beantwortung vom 1. November 2011 befürwortete der Regierungsrat die vom Bundesrat und dem eidgenössischen Parlament verabschiedeten Grundsatzentscheide zur neuen Energiestrategie des Bundes. Er legte dar, dass weder eine neue Nukleartechnologie noch fossile Grosskraftwerke oder Stromimporte die richtigen Mittel zur künftigen Stromversorgung der Schweiz sein könnten.

Antrag im Grossen Rat

Weiter führte der Regierungsrat aus, es sei eine „Energiewende“ basierend auf erneuerbaren Energien und Energieeffizienz zu vollziehen. Dies sei eine grosse Herausforderung, da neben einer Vielzahl von Massnahmen auch ein Umdenken in der Bevölkerung nötig sei. Neben den zu erwartenden Massnahmen des Bundes müsse auch der Kanton Thurgau selbst tätig werden und abklären, auf welchem Weg er das Ziel erreichen könne.

Regierungsrat: „Energiewende“ ist nötig

Der Regierungsrat stimmte der Ausarbeitung eines „Konzepts für einen Thurgauer Strommix ohne Kernenergie“ zu, worauf der Antrag im Grossen Rat am 25. Januar 2012 mit 101:0 Stimmen erheblich erklärt wurde. Damit bestätigten der Grosse Rat und der Regierungsrat auch den energiepolitischen Kurs, der am 15. Mai 2011 durch die Annahme der Verfassungsinitiative „Ja zu effizienter und erneuerbarer Energie“ durch die Thurgauer Stimmberechtigten vorgezeichnet wurde.

Erheblicherklärung des Antrages

Am 6. März 2012 beauftragte der Regierungsrat das Departement für Inneres und Volkswirtschaft (DIV) mit dem Projekt zur Erarbeitung eines „Konzepts für einen Thurgauer Strommix ohne Kernenergie“. Mit der Projektleitung wurde die Abteilung Energie betraut. Ferner wurde eine breit abgestützte Arbeitsgruppe gebildet, in der die betroffenen Organisationen, Energieversorgungsunternehmen, Fachspezialisten und Verwaltungsstellen ihr Know-how bei der Erarbeitung des vorliegenden Grundlagenberichtes einbringen konnten.

Projektauftrag, Arbeitsgruppe

1.2 Ziele und Fragestellungen

Ziele des Grundlagenberichts Mit der Erarbeitung des Grundlagenberichts für ein „Konzept für einen Thurgauer Strommix ohne Kernenergie“ sind folgende Ziele zu erreichen:

- Es soll eine **Strategie** für den Kanton Thurgau festgelegt werden, wie eine Stromversorgung ohne Kernenergie realisiert werden könnte.
- Die Strategie definiert messbare **Ziele** beim Elektrizitätsverbrauch und bei der Produktion sowie einen Zeitplan für die Umsetzung.
- Die Strategie soll **Massnahmen** zur Zielerreichung **aufzeigen**. Dabei werden verschiedene Instrumente wie finanzielle Anreize, Vorschriften, Information/Beratung und Vorbildfunktion berücksichtigt.
- Die vorgeschlagenen **Massnahmen** sind bezüglich energietechnischer Wirkung, Kosten, volkswirtschaftlicher Auswirkungen, Versorgungssicherheit sowie Umwelteinwirkungen zu **analysieren**.

Fragestellungen in weiteren Vorstössen

Mit der Erarbeitung des Konzeptes sollen ebenfalls die Anliegen der Motion „Umweltverträglicher Strom als Basisangebot“ sowie der Interpellation „Massnahmen zur Senkung des Stromverbrauchs“ behandelt werden.¹⁾ Aus diesen Vorstössen können folgende zusätzlichen Aufgaben abgeleitet werden:

- Es soll geprüft werden, ob ein kantonales Modell für ein „Decoupling“ umsetzbar ist.
- Es ist zu untersuchen, mit welchen Massnahmen der sparsame Umgang mit Energie am wirkungsvollsten gefördert werden kann.
- Es ist zu prüfen und ernsthaft in Erwägung zu ziehen, ob eine Verpflichtung an die Energieversorger, mit einem umweltfreundlichen Basisangebot zu arbeiten, Sinn machen könnte.

1) Motion „Umweltverträglicher Strom als Basisangebot“, eingereicht am 30. März 2011, Antwort des Regierungsrates vom 1. November 2011 (RRB Nr. 794)
Interpellation „Massnahmen zur Senkung des Stromverbrauchs“, eingereicht am 11. Mai 2011, Antwort des Regierungsrates vom 1. November 2011 (RRB Nr. 796)

2 Vorgehen

2.1 Arbeitsschritte und Aufbau des Berichts

Das Vorgehen ist in sechs Arbeitsschritte gegliedert, die in der Abbildung 1 im Überblick dargestellt sind. Die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte werden im vorliegenden Bericht dokumentiert.

Vorgehen in sechs Arbeitsschritten

Mit der **Ist-Analyse** wurden die Grundlagen für die Strategie- und Massnahmenentwicklung erarbeitet. Dazu wurden Ergebnisse bestehender Arbeiten ausgewertet und zusammengestellt. Als Ergebnis liegt ein Überblick des Strommarktes, der Stromproduktion und -nachfrage, der Potenziale im Kanton Thurgau vor sowie eine Beurteilung der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken (SWOT-Analyse) im Hinblick auf die zentrale Fragestellung (Kapitel 3).

1. Ist-Analyse

In der **Zielformulierung** geht es einerseits darum, Ziele zur Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien festzulegen (Kapitel 4). Dazu wurde einerseits ein Zielpfad für die zukünftige Stromnachfrage im Kanton Thurgau entwickelt. Andererseits wurde festgehalten, welche Energiequellen zukünftig für die Stromproduktion genutzt werden sollen und wie die Stromnachfrage gedeckt werden soll.

2. Zielformulierung

Im dritten Schritt wurden zwei **strategische Varianten definiert**. Die Stossrichtungen dieser Varianten wurden mit der Arbeitsgruppe diskutiert und anschliessend konkretisiert. Als Resultat liegen die Beschreibungen der Strategievarianten vor (Kapitel 5).

3. Definition Strategievarianten

Im Arbeitsschritt **Entwicklung von Massnahmen** wurden Massnahmen zur Umsetzung der strategischen Varianten beschrieben. Im Vordergrund stehen Ansatzpunkte, bei denen der Kanton einen Handlungsspielraum hat. Die Massnahmen wurden mit der Arbeitsgruppe in zwei Workshops diskutiert. Als Ergebnis liegt ein Katalog von Massnahmen vor (Kapitel 6).

4. Entwicklung von Massnahmen

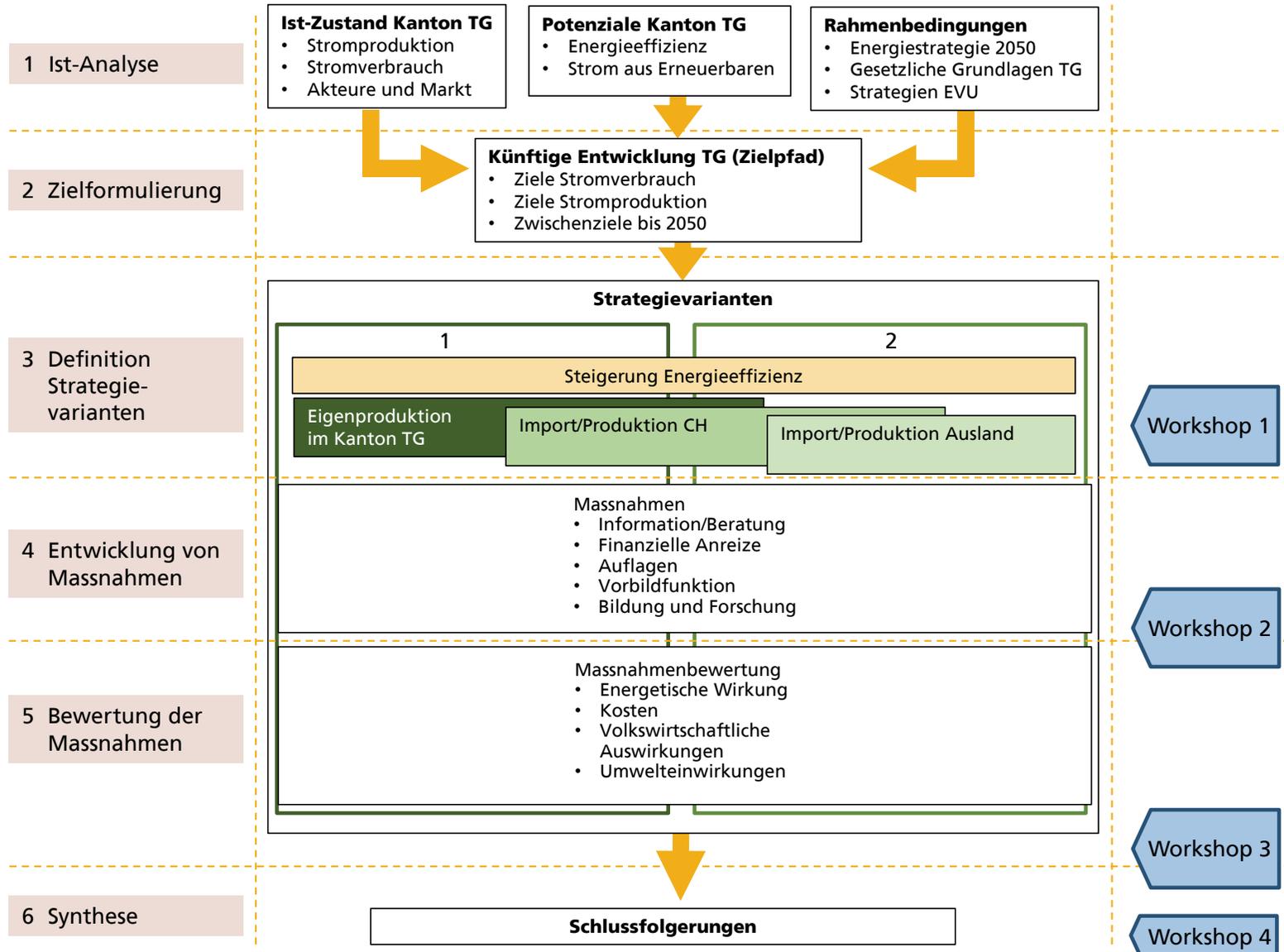
Schliesslich wurde ein Kriterienraster zur **Bewertung der Massnahmen** und Strategievarianten entwickelt. Anhand dieser Kriterien wurden die ökonomischen, ökologischen und sozialen Auswirkungen analysiert (Kapitel 7). Die Beurteilung der Strategievarianten und Massnahmen(gruppen) zeigt, welche Massnahmen in welchem Zeithorizont von welchen Akteuren umgesetzt werden sollten, um eine Entwicklung gemäss den beiden Strategievarianten zu ermöglichen. Im Weiteren wurde in diesem Arbeitsschritt auch das Vorgehen für das Monitoring festgelegt (Kapitel 8).

5. Bewertung der Massnahmen

In der abschliessenden **Synthese** werden die Erkenntnisse zusammengefasst und zentrale Punkte hervorgehoben (Kapitel 9).

6. Synthese

Abbildung 1:
Vorgehen



2.2 Projektorganisation

In der folgenden Abbildung ist die Projektorganisation dargestellt:

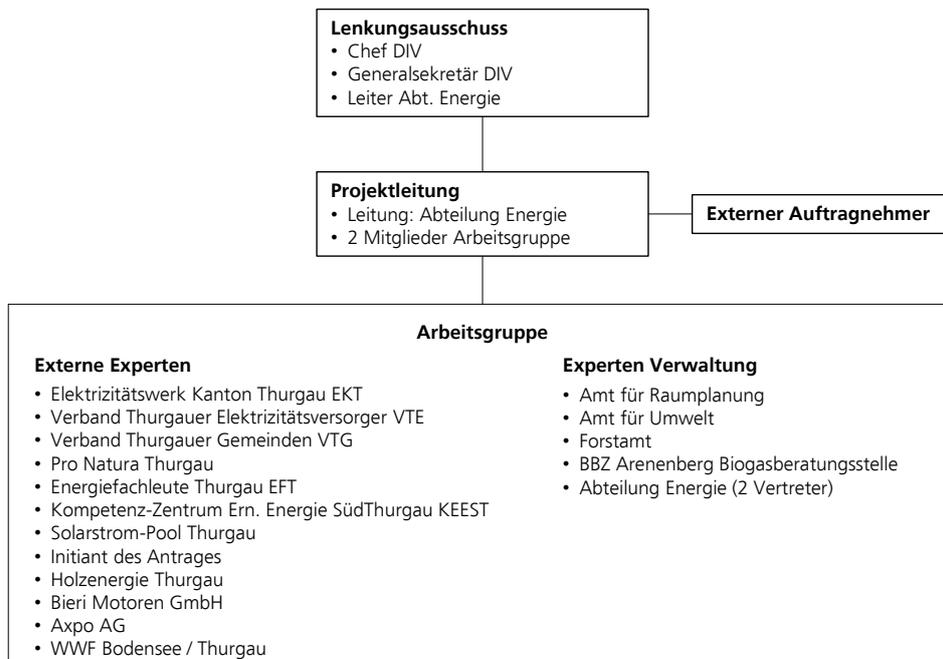


Abbildung 2:
Projektorganisation

Die Aufgaben und Zuständigkeiten sind wie folgt geregelt:

Aufgaben und Zuständigkeiten

- Der **Lenkungsausschuss** ist zuständig für strategische Zielvorgaben.
- Die **Projektleitung** übernimmt die strategische und operative Leitung des Projekts und begleitet die externe Projektbearbeitung.
- Die **Arbeitsgruppe** bildet das Sounding-board für die Entwicklung der Strategie und die Massnahmenbeurteilung, liefert Fachinputs und ermöglicht einen Interessenausgleich auf Sachebene.
- Als **externer Auftragnehmer** ist Ernst Basler + Partner (EBP) für die inhaltliche Erarbeitung der Grundlagen sowie für die Vorbereitung, Moderation und Auswertung der Workshops mit der Arbeitsgruppe zuständig.

2.3 Systemabgrenzung

Der vorliegende Bericht formuliert Ziele und Massnahmen zur Stromversorgung im Kanton Thurgau. Dabei wird die Stromnachfrage der Einwohnerinnen und Einwohner sowie der Unternehmen im Kanton betrachtet. Der Bahnstrom für den Betrieb der Eisenbahnlinien innerhalb des Kantons wird

Stromnachfrage im Kanton
Thurgau

aus den folgenden zwei Gründen ausgeschlossen: Einerseits ist eine klare geografische Abgrenzung kaum möglich, da das Ostschweizer Bahnunternehmen Thurbo Strecken in verschiedenen Kantonen betreibt. Andererseits ist der Einfluss des Kantons auf diese Verbraucher beschränkt. Der Kanton besitzt 10%, die SBB die übrigen 90% der Aktien.²⁾

Stromproduktion kantonal,
national, international

Zur Deckung der Stromnachfrage werden in erster Linie die Potenziale im Kanton, aber auch Beteiligungen an Anlagen in der übrigen Schweiz und im Ausland betrachtet. Zertifikatslösungen als Teilelement einer Strategie sind grundsätzlich denkbar, stehen aber nicht im Vordergrund.

Zeithorizont 2050

Der Zeithorizont für die Zielformulierung orientiert sich an den Energieperspektiven 2050 des Bundesamtes für Energie (BFE). Neben dem Endziel bis 2050 werden Zwischenziele für die Jahre 2020 und 2035 festgelegt.

Fokus auf die
Handlungsmöglichkeiten des
Kantons

Bei der Entwicklung von Massnahmen geht es um Möglichkeiten zur Beeinflussung von Stromnachfrage und -angebot. Dabei stehen Handlungsmöglichkeiten des Kantons Thurgau im Fokus, die ergänzend zur nationalen Energiestrategie wirken.

2) Die SBB deckt heute schweizweit rund 25% (650 GWh) des Bahnstroms mit Kernenergie. Bis 2025 sollen 100% aus erneuerbaren Energien stammen.
SBB Energiestrategie: <http://www.sbb.ch/sbb-konzern/sbb-als-geschaeftpartnerin/angebote-fuer-evus/energie/energiestrategie.html> [20.8.2012]

3 Ist-Analyse: Situation im Kanton Thurgau

3.1 Strommarkt Kanton Thurgau

3.1.1 Zentrale Akteure der Stromversorgung

Mit Ausnahme von Arbon und Romanshorn werden alle kommunalen Energieversorgungsunternehmen (EVU) im Kanton Thurgau von der EKT Energie AG mit Elektrizität versorgt, welche ihren Strom hauptsächlich von der Axpo Holding AG bezieht. Im Jahr 2010/2011 waren dies rund 1'485 GWh (EKT 2012). Aktuell beschaffen rund 10% der EVU ihre Elektrizität via EKT Energie AG am Markt und damit nur noch teilweise über die Axpo.³⁾ Die Einbettung der EKT im kantonalen Strommarkt und der Bezug zwischen verschiedenen Akteuren sind in Abbildung 3 dargestellt. Dabei handelt es sich um eine Momentaufnahme; die Situation im Energiemarkt ist sehr dynamisch. Neue Akteure, wie beispielsweise ausserkantonale Energieversorgungsunternehmen, treten in den Markt ein und Grosskunden beschaffen den Strom vermehrt am freien Markt (vgl. Marktöffnung, Kap. 3.5.4).

Zentrale Rolle der EKT Energie AG

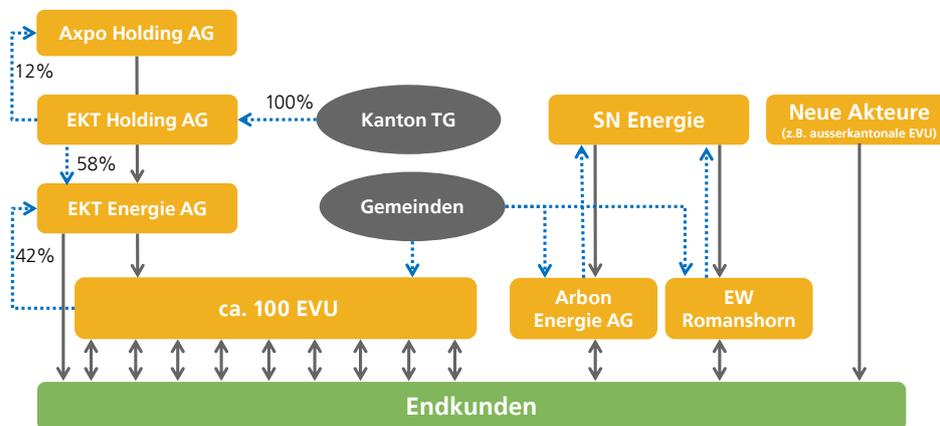


Abbildung 3:
Wichtige Akteure für die Stromversorgung im Kanton Thurgau

Quelle: EBP, basierend auf Informationen der Energieversorgungsunternehmen; blaue gepunktete Pfeile stehen für Beteiligungen, graue Pfeile für Stromlieferungen.

Die EKT Holding setzt sich aus den Unternehmen EKT AG, EKT Energie AG und hebbag AG⁴⁾ zusammen. Die EKT Holding AG ist mit 12.3% an der Axpo Holding AG beteiligt. Die EKT Energie AG gehört zu 42% den lokalen Energieversorgungsunternehmen im Thurgau und zu 58% der EKT Holding

Über 100 EVU im Kanton Thurgau

3) Stand 2013, gemäss Stellungnahme Berichtsentwurf, EKT 29.1.2013

4) Die hebbag AG betreibt die Holzenergieanlage in Bichelsee-Balterswil. Sie ist im Überblick über die Akteure der Stromversorgung im Kt. TG nicht abgebildet.

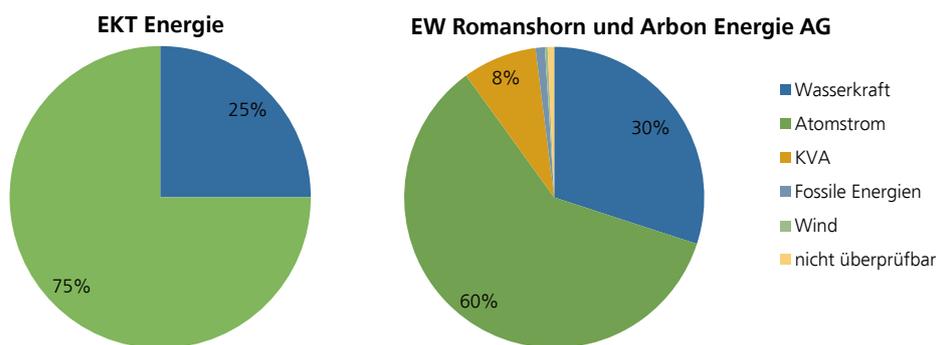
AG. Sie beliefert rund 100 EVU (EKT 2012). Bei den EVU handelt es sich um Gemeindeinstitutionen, Genossenschaften, Korporationen und Aktiengesellschaften. Die für die Versorgung von Arbon und Romanshorn zuständigen Werke sind Teil der SN Energie Gruppe, zu der weitere EVU in der Ostschweiz gehören. Der Kanton Thurgau spielt als alleiniger Aktionär der EKT eine wichtige Rolle im Strommarkt.

3.1.2 Strommix

Hohe derzeitige Abhängigkeit von Atomstrom

Der Standardstrommix für die Grundversorgung der EKT Energie AG besteht aus 75% Atomstrom und 25% Wasserkraft.⁵⁾ Die Energieversorger Arbon Energie AG⁶⁾ und EW Romanshorn⁷⁾ bieten ihren Kunden einen Standardstrommix (Basispower) mit rund 60% Atomstrom, 30% Wasserkraft, 8% Strom aus Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) und einem geringen Anteil Wind (0.3%). Der Rest entfällt auf nicht überprüfbare Energieträger sowie einen geringen Anteil fossiler Energien (1%). Die Abhängigkeit von Atomstrom im Kanton Thurgau ist dementsprechend hoch.

Abbildung 4:
Liefermix Grundversorgung im
Kanton Thurgau
(Bezugsjahr 2011)



Quelle: EBP, basierend auf Angaben der Energieversorgungsunternehmen

Strommix der kommunalen EVU

Der in Abbildung 4 dargestellte Standard-Grundstrommix der EKT zeigt die Zusammensetzung des Stroms, der an die kommunalen EVU geliefert wird. Der Strommix der EVU kann sich aber davon unterscheiden und ist sehr divers. So haben beispielsweise EVU mit eigenen Produktionsanlagen einen deutlich höheren Anteil an erneuerbaren Energien. Diejenigen, die den Strom über den Markt beschaffen, haben höhere Anteile an nicht überprüfbaren Energieträgern („Graustrom“).

-
- 5) Stromkennzeichnung EKT Energie AG 2011: http://www.ekt-energie.ch/contento/Portals/0/media/bilder/Stromkennzeichnung_Standardmix_2011_gross.jpg [26.7.2012]
- 6) Stromkennzeichnung Arbon Energie AG 2011: http://www.arbonenergie.ch/fileadmin/DATEN/pdf/Flyer_2012.pdf [26.7.2012]
- 7) Stromkennzeichnung EW Romanshorn 2011: http://www.energiwerk.ch/fileadmin/DATEN/pdf/Stromkennzeichnung_2011.pdf [7.2.2013]

Durch einen Aufpreis auf den Standard-Grundstrommix können die Stromkonsumentinnen und -konsumenten schon heute kernenergiefreien Strom beziehen. Die EKT Energie AG bietet mit Thurgauer Naturstrom seit 2011 mehrere Ökostromprodukte an, die durch über 50 Kleinkraftwerke produziert werden. Insgesamt wurden im Jahr 2012 rund 20 GWh Naturstrom verkauft (rund 1.3% der Absatzmenge), für 2013 wird ein Anstieg auf 25 GWh erwartet.⁸⁾ Privatkunden können aus fünf und Geschäftskunden aus zwei Ökostromprodukten auswählen. Zu den 50 Kleinkraftwerken zählen Kleinwasserkraftwerke, Solaranlagen, Biogasanlagen sowie die KVA Thurgau in Weinfelden.⁹⁾

Thurgauer Naturstrom:
Ökostromprodukte der EKT
Energie AG

Die Arbon Energie AG und das EW Romanshorn bieten ebenfalls differenzierte Produkte an, mit welchen die Konsumentinnen und Konsumenten zu einem Aufpreis gegenüber dem Standardstrommix kernenergiefreien Strom beziehen können. Durch die Arbon Energie AG wurden im Jahr 2012 insgesamt 2 GWh Ökostrom abgesetzt (rund 1.8% der gesamten Energielieferung).¹⁰⁾ Das EW Romanshorn hat 2013 neue Stromprodukte eingeführt. Über einen Aufpreis kann das Produkt Natur-Mix bezogen werden, welches sich zusammensetzt aus 83% zertifiziertem Strom aus Schweizer Wasserkraftwerken, 15% zertifiziertem Strom aus Schweizer Windkraftwerken und 2% Strom aus Romanshorner Solaranlagen. Das Produkt Natur-Mix wurde von 2.3% der Kunden gewählt.¹¹⁾

Ökostromprodukte der Arbon
Energie AG und des EW
Romanshorn

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Ökostromprodukten haben Konsumenten die Möglichkeit, Solarstromprodukte direkt bei Genossenschaften und anderen Anbietern zu beziehen. Beispiele sind die Genossenschaft Ökostrom Schweiz (Vermarktung von Strom aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen) oder der Thurgauer Verein Solarstrom-Pool. Der Verein verpflichtet sich, den Erlös aus der Vermarktung des Solarstromzuschlages vollumfänglich in die Förderung von neuen Solarstromanlagen zu investieren. Im Jahr 2011 wurden über 350 Solarstromanlagen mit einer Produktion von rund 2 GWh finanziell durch den Verein gefördert¹²⁾.

Weitere Anbieter von
erneuerbaren Stromprodukten

3.2 Stromnachfrage

Der Stromverbrauch im Kanton Thurgau lag im Jahr 2010 bei 1'675 GWh, was einer Steigerung von ca. 12% gegenüber dem Verbrauch im Jahr 2000 entspricht (DIV 2011b). Der Kanton Thurgau hat sich im Energiekonzept (DIV 2007) zum Ziel gesetzt, den Stromverbrauch bis 2015 gegenüber

Gesamtstromverbrauch Kanton
Thurgau

8) Auskunft EKT AG, C. Loser, 8.4.2013

9) Webseite Thurgauer Naturstrom: <http://www.thurgauernaturstrom.ch> [5.7.2012]

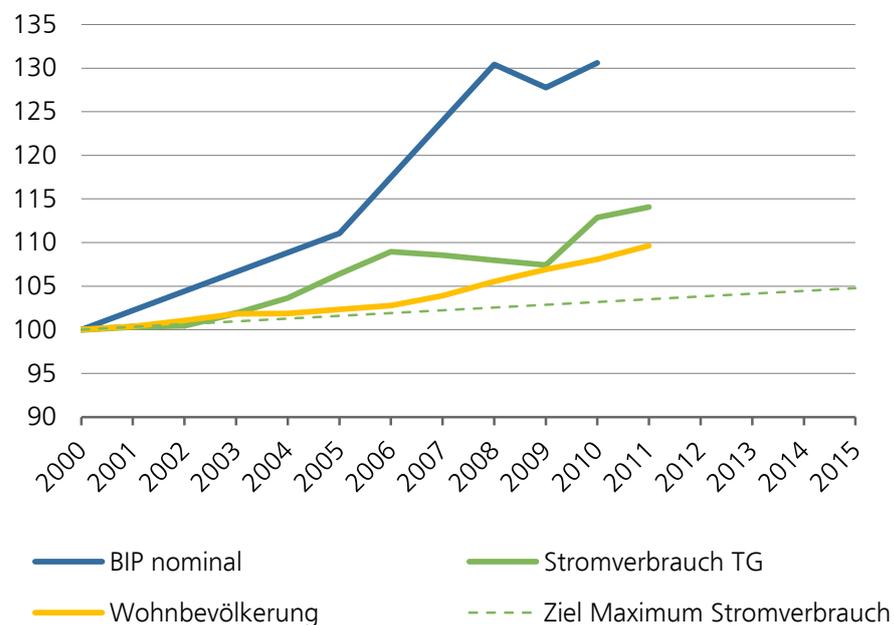
10) Auskunft Arbon Energie AG, C. Keller, 22.4.2013

11) Auskunft Genossenschaft EW Romanshorn, J. van der Bie, 22.5.2013

12) Webseite Solarstrom-Pool Thurgau: <http://www.solarstrom-pool.ch> [10.7.2012]

dem Jahr 2000 nicht mehr als 5% ansteigen zu lassen (DIV 2011b). Dieses Ziel wird gemäss der aktuellen Entwicklung nicht erreicht (vgl. Abbildung 5). Der Stromverbrauch hat in den letzten zehn Jahren stärker zugenommen als die Bevölkerung. Im Vergleich zum kantonalen Bruttoinlandprodukt ist er aber weniger stark gestiegen, wie die folgende Abbildung 5 zeigt. Die Entwicklung des Stromverbrauchs ist im Kontext des gesamten Energiesystems zu interpretieren (vgl. Kap. 4.1). Die Substitution fossiler Energieträger, beispielsweise durch Wärmepumpen, führt zu einem Anstieg des Stromverbrauchs, nicht aber des Gesamtenergiebedarfs.

Abbildung 5:
Entwicklung Stromverbrauch im
Vergleich zum BIP und
Bevölkerung
(Index, 100 = Jahr 2000)



Quelle: EBP basierend auf Daten von EKT, EW Romanshorn, Arbon Energie, zusammengestellt von Econcept 13.7.2012 (vgl. Anhang A3); Dienststelle für Statistik und BAK Basel

Stromnachfrage der Schweiz
nach Verbraucherkategorien

In der Schweiz lag der Stromverbrauch im Jahr 2011 bei 58.6 TWh¹³⁾ (Abbildung 6), was ebenfalls einer Steigerung von ca. 12% gegenüber dem Verbrauch im Jahr 2000 entspricht. Die Industrie macht mit 33% den grössten Anteil am Stromverbrauch aus, gefolgt von Haushalten und Dienstleistungen (Abbildung 6). Einen vergleichsweise kleinen Anteil nimmt die Landwirtschaft ein. Die grösste Steigerung seit 2000 ist bei den Dienstleistungen zu verzeichnen (17%), gefolgt von Haushalten (14%) und Verkehr (13%). Unterdurchschnittlich ist die Zunahme um 6% bei der Industrie. In der Landwirtschaft ist ein leichter Rückgang um 0.4% zu verzeichnen.

13) Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2011:
[http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_1184773.pdf&endung=Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2011](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_1184773.pdf&endung=Schweizerische%20Elektrizit%C3%A4tsstatistik%202011) [10.7.2012]

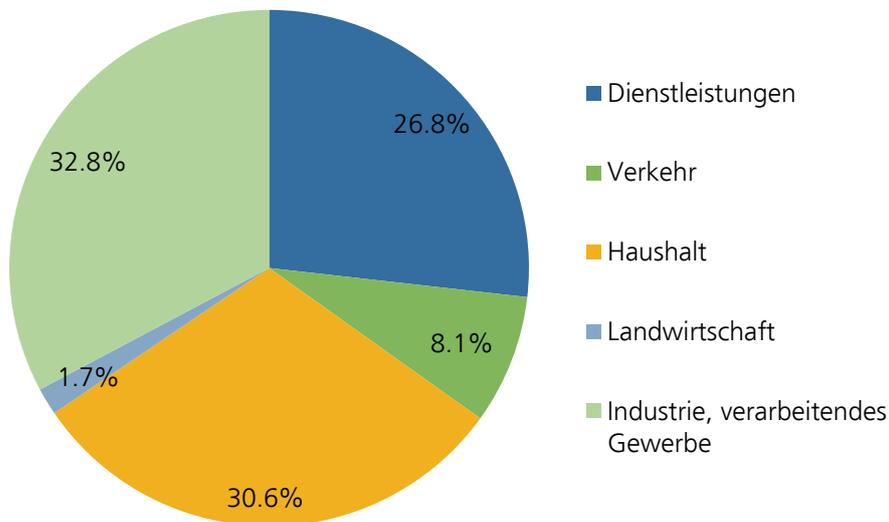


Abbildung 6:
Schweizer Strombedarf 2011
nach Verbraucher-kategorien

Quelle: BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2011¹⁴⁾

Die obigen Daten zum Verbrauch nach Sektoren liegen nur für die gesamte Schweiz vor und können nicht direkt auf den Kanton Thurgau übertragen werden. Deshalb wurde die Stromnachfrage nach Verbraucher-kategorien für den Kanton Thurgau anhand einer Umfrage des Verbandes Thurgauischer Elektrizitätsversorger (VTE) erhoben. Die Umfrage wurde im April/Mai 2013 im Rahmen der Erhebung des Gesamtstromabsatzes 2012 durchgeführt.¹⁵⁾

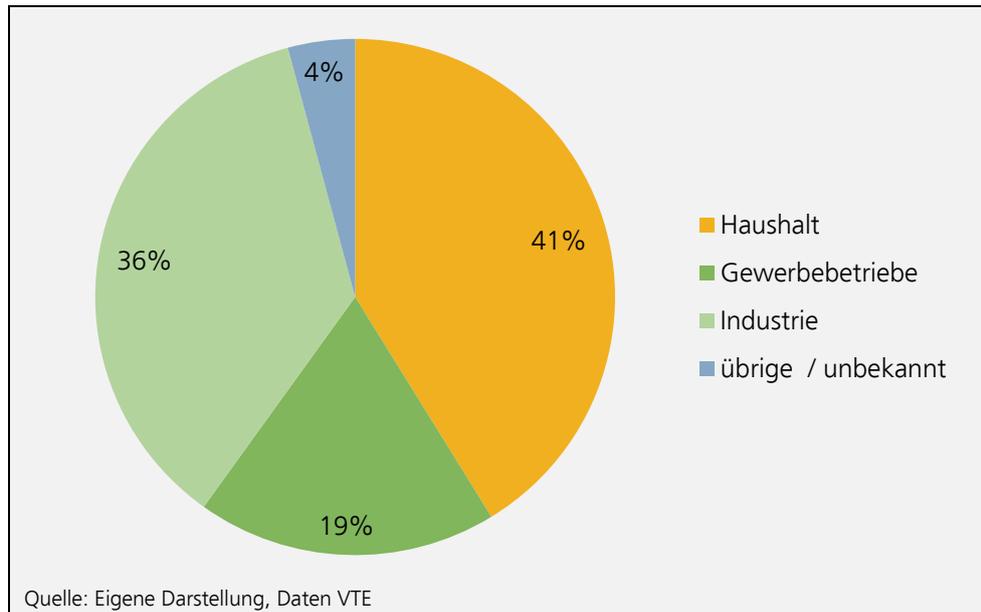
Die Umfrage zeigt, dass die Haushalte einen Anteil von 41% des Stromabsatzes halten, während die Sektoren Gewerbebetriebe und Industrie einen Anteil von 19% bzw. 36% ausmachen. Die Dienstleistungsunternehmen werden nicht separat erfasst. Diese sind in anderen Kategorien enthalten und es ist zu vermuten, dass sie einen bedeutenden Teil des Verbrauchs in der Kategorie Gewerbebetriebe und einen geringeren Anteil des Verbrauchs in der Kategorie Haushalte ausmachen.

Insgesamt bestätigen die Resultate dieser Umfrage die Grössenordnungen der Abschätzung, die auf nationalen Erhebungen und der kantonalen Branchenstruktur basiert. Für die Interpretation und den Vergleich mit nationalen Daten einschränkend ist die Tatsache, dass die Verbraucher-kategorien unterschiedlich sind: Im Vergleich zu nationalen Daten und Erhebungen fehlt die Kategorie der Dienstleistungsunternehmen.

Exkurs:
Strombedarf nach
Verbraucher-kategorien; Umfrage
des Verbandes Thurgauischer
Elektrizitätsversorger

14) Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2011
[http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_1184773.pdf&endung=Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2011](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_1184773.pdf&endung=Schweizerische%20Elektrizit%C3%A4tsstatistik%202011) [10.7.2012]

15) Der Rücklauf betrug insgesamt 71%; von 63% der angefragten Elektrizitätsversorger liegen detaillierte Angaben mit einer Aufteilung auf Verbraucher-kategorien vor, weitere 8% lieferten Informationen zum Gesamtabsatz. In Bezug auf den Stromabsatz decken die detaillierten Rückmeldungen mehr als drei Viertel des Gesamtstromabsatzes ab.



Strom- und
Gesamtenergieverbrauch der
Industrie und Dienstleistungen
im Kanton Thurgau

Anhand von detaillierteren nationalen Erhebungen zum Energieverbrauch in der Industrie und im Dienstleistungssektor (BFE 2011c) und Daten zur kantonalen Branchenstruktur wurde im Rahmen dieses Projekts der Energieverbrauch der Unternehmen im Kanton Thurgau geschätzt. Der Stromverbrauch von Industrie/Gewerbe und Dienstleistungen im Kanton Thurgau liegt bei rund 970 GWh, wobei 75% auf Industrie/Gewerbe und 25% auf die Dienstleistungen fallen. Dies entspricht etwa 58% des Gesamtstromverbrauchs des Kantons (bezogen auf das Jahr 2010, ohne Bahnstrom). Der Gesamtenergieverbrauch der Unternehmen (ohne Treibstoffe) liegt bei jährlich rund 2'600 GWh und verteilt sich mit 71% auf Industrie/Gewerbe und 29% auf Dienstleistungen in etwa gleich wie der Stromverbrauch auf die Sektoren.

Stromkosten von Unternehmen
betragen rund 0.6% des
Umsatzes

Der Anteil der Gesamtenergiekosten gemessen am Umsatz liegt über alle Branchengruppen bei rund 0.9%. Im Sektor Industrie/Gewerbe liegt der Anteil bei rund 1.1%, bei den Dienstleistungen ist der Anteil mit 0.7% tiefer. Die Stromkosten machen über alle Branchengruppen etwa 0.56% am Umsatz aus. Auch hier ist der Anteil bei Industrie/Gewerbe mit etwas mehr als 0.6% höher als bei den Dienstleistungen mit knapp 0.5%.

Strompreisvergleich

Ein Haushalt mit einem Verbrauch von 4'500 kWh/a bezahlte in der Schweiz im Jahr 2012 durchschnittlich 20.7 Rp./kWh und ein Gewerbebetrieb mit einem Verbrauch von 30-500 MWh/a zahlte durchschnittlich 17.5 Rp./kWh¹⁶⁾. Im Kanton Thurgau liegt der Strompreis für alle Verbrauchskategorien im Schweizer Durchschnitt oder teilweise sogar etwas darunter¹⁷⁾. Der durchschnittliche Strompreis im Kanton Thurgau variierte im 2013 ge-

16) Quelle VSE: <http://www.strom.ch/de/dossiers/strompreise.html> [21.3.13]

17) <http://www.strompreis.elcom.admin.ch/Map/ShowSwissMap.aspx> [14.3.13]

mäss Information der ElCom zwischen 12.5 Rp./kWh für grosse Gewerbe-/Industriebetriebe und 23.8 Rp./kWh für kleine Haushalte. Im Vergleich zu Deutschland liegen die Schweizer Strompreise für Haushalte und Gewerbe deutlich tiefer (vgl. Anhang A3).

3.3 Stromproduktion im Kanton Thurgau

Der im Kanton Thurgau konsumierte Strom wird zu einem grossen Teil importiert. Die Stromproduktion im Kanton basiert weitgehend auf erneuerbaren Energiequellen. Gemäss einer aktuellen Studie zur wirtschaftlichen Bedeutung erneuerbarer Energien im Kanton Thurgau (DIV 2012c), wurden im Jahr 2010 rund 63 GWh Elektrizität aus erneuerbaren Quellen produziert. Dies deckt ca. 4% des kantonalen Stromverbrauchs ab. Zusätzlich werden in Wärmekraftkopplungs-Anlagen (WKK) rund 11 GWh (im Jahr 2010) Strom aus nicht erneuerbaren Energien produziert (BFE 2011d).

Tiefe Stromproduktion im Kanton Thurgau

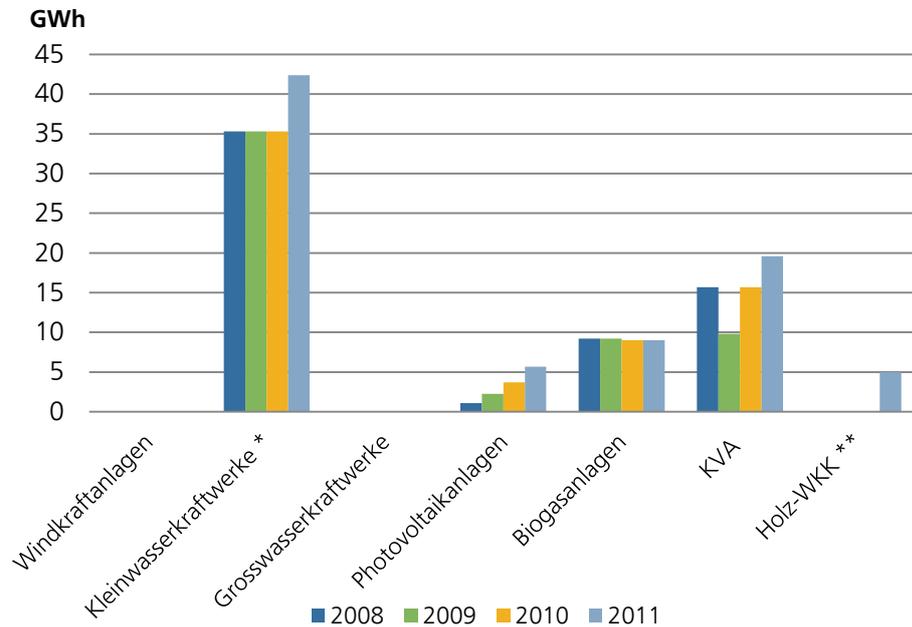
Im gesamtschweizerischen Vergleich ist die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien gering, was sich durch die fehlenden Potenziale für Grosswasserkraftwerke erklären lässt. Kleinwasserkraftwerke machen mit rund 50% den grössten Anteil der erneuerbaren Elektrizitätsproduktion im Kanton Thurgau aus. Danach folgt die Stromproduktion mittels Biogas und Abfällen (KVA Thurgau in Weinfelden) sowie Photovoltaik. Aus diesen Quellen wurden im Jahr 2010 insgesamt rund 27 GWh Elektrizität ins Netz eingespeist. Für die KVA gelten 50% der Stromproduktion als erneuerbar, was im Jahr 2010 rund 15 GWh entsprach.

Anteile verschiedener Energieträger

Das höchste prozentuale Wachstum im Zeitraum 2008 bis 2011 konnte bei der Stromproduktion mit Photovoltaik verzeichnet werden, auch wenn der absolute Beitrag zur Stromversorgung noch gering ist (DIV 2012c). Gegenüber dem Jahr 2000 hat die Stromproduktion aus Photovoltaikanlagen etwa um einen Faktor 300 zugenommen.

Zunahme der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien

Abbildung 7:
Entwicklung der
Elektrizitätsproduktion aus
erneuerbaren Energien im
Kanton Thurgau 2008-2011



* erwartete Jahresproduktion, Produktionsschwankungen nicht abgebildet

** neu 2011: Anlage der hebbag AG in Bichelsee-Balterswil, die seit Herbst 2010 Strom produziert

Quellen: EBP und Rütter + Partner im Auftrag DIV (2012c), Swissgrid (2011), BFE (2012f), KVA TG (2011)

3.4 Potenziale

3.4.1 Energieeffizienz

Potenzial zur Reduktion der
Stromnachfrage wird auf über
400 GWh/a geschätzt

Mit Energieeffizienzmassnahmen kann die Stromnachfrage bzw. der Zuwachs der Nachfrage vermindert werden. Gemäss Schlussbericht zum Projekt „Verstärkte Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz“ (DIV 2007) wird das Potenzial von Effizienzmassnahmen auf rund 400 GWh/a geschätzt. Die Anteile einzelner Sektoren sind dabei nur teilweise ausgewiesen und werden in den folgenden Ausführungen anhand von weiteren Grundlagen ergänzt.

Energieeffizienz bei
Dienstleistungen und
industriellen Prozessen

Da die Industrie gesamtschweizerisch den grössten Anteil des Stromverbrauchs ausmacht, kommt der Energieeffizienz von industriellen Prozessen eine wichtige Rolle zu. Gemäss einer Studie der Energie-Agentur der Wirtschaft zur Stromeffizienz der Schweizer Wirtschaft (EnAW 2012) können Unternehmen ihren Energieverbrauch bis 2050 um 24% reduzieren (ohne Wachstumseffekte). Geht man von einem Anteil der Industrie und Dienstleistungen von rund 60% (vgl. Abbildung 5) am aktuellen Stromverbrauch von 1'675 GWh/a im Kanton Thurgau aus, ergibt sich ein Potenzial für die Stromeinsparung der Industrie von etwa 240 GWh/a.

Im Haushaltsbereich beträgt das Einsparpotenzial durch energieeffiziente Massnahmen rund 40%, wie Auswertungen der Schweizerischen Agentur für Energieeffizienz ergeben haben (DIV 2007). Ausgehend von einem Anteil der Haushalte von ca. 30% am gesamten Stromverbrauch von 1'675 GWh/a ergibt sich ein Potenzial für die Stromeinsparung in Haushalten von etwa 200 GWh/a im Kanton Thurgau.

Energieeffizienz von Geräten und Anlagen

Bei diesen Abschätzungen sind Wachstumseffekte nicht berücksichtigt. Wie die bisherigen Entwicklungen zeigen, werden Effizienzsteigerungen oft durch Wachstumseffekte (z.B. Zuwanderung, grössere Wohnflächen) neutralisiert. Weiter ist zu beachten, dass die Stromnachfrage durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen und den Ersatz von Ölheizungen durch Wärmepumpen steigt. Verschiedene Einflussfaktoren auf die Stromnachfrage und mögliche zukünftige Entwicklungen werden in Kapitel 4 weiter erläutert.

Effizienzpotenziale reduziert durch Wachstum und Substitution fossiler Energieträger

3.4.2 Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien

Die Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien im Kanton Thurgau wurden in den Grundlagen für das Energiekonzept grob geschätzt (DIV 2007). Gemäss diesen Schätzungen können im Kanton Thurgau rund 400 GWh Strom mit eigenen erneuerbaren Energien produziert werden. Dies entspricht rund 25% des heutigen Strombedarfs. Das grösste Potenzial liegt bei der Photovoltaik sowie bei Biomasse und tiefer Geothermie. In den folgenden Ausführungen werden die bestehenden Grundlagen zusammengefasst und ergänzt. Dabei werden die technisch-ökologischen Potenziale¹⁸⁾ betrachtet.

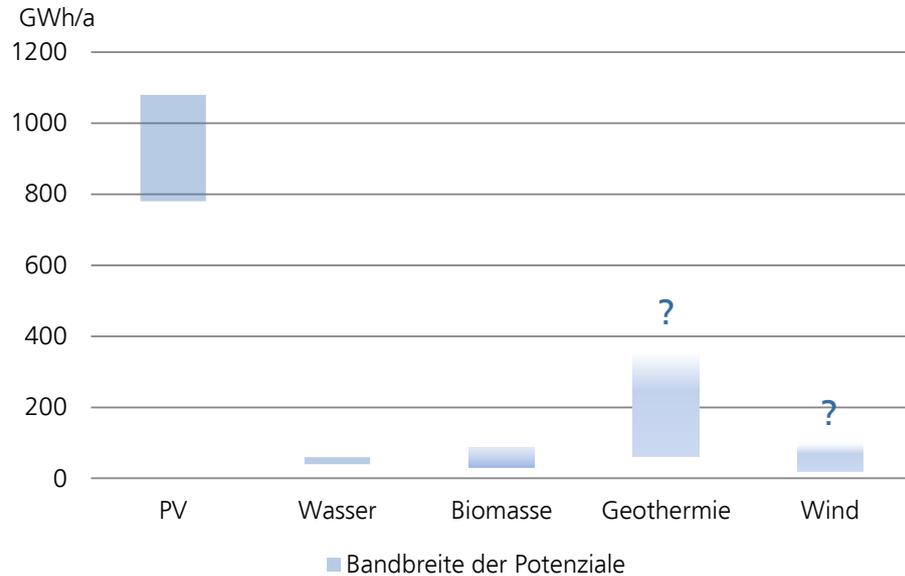
Schätzung Potenziale: bestehende Grundlagen

Anhand der aktualisierten Grundlagen wird das Potenzial insgesamt auf eine jährliche Stromproduktion zwischen rund 900 bis knapp 1'700 GWh geschätzt. Bei der Betrachtung über einen Zeithorizont bis 2050 bestehen insbesondere bei der Geothermie grosse Unsicherheiten (vgl. unten, Exkurs zum technischen Reifegrad). Zudem ist bei der Photovoltaik anzumerken, dass es sich um die Summe der Jahresproduktion handelt, die sich ungleichmässig auf das Winter- und Sommerhalbjahr verteilt. Die Bandbreite der als realistisch beurteilten Potenziale ist im folgenden Überblick dargestellt und wird anschliessend weiter erläutert.

Aktualisierte Potenzialschätzungen

18) Das technisch-ökologische Potenzial bezeichnet, welche Energieproduktion unter Berücksichtigung der technischen Machbarkeit und der ökologischen Restriktionen gemäss aktueller Gesetzgebung möglich ist.

Abbildung 8:
Potenziale der Energieproduktion
aus erneuerbaren Energien im
Kanton Thurgau



Quelle: EBP basierend auf den nachfolgend beschriebenen Datengrundlagen

Photovoltaik

Das technisch-ökologische Potenzial der Photovoltaik ist im Vergleich zur heutigen Produktion von 3.4 GWh (DIV 2011b) sehr hoch. Mit den weiter zu erwartenden technischen Fortschritten und Kostensenkungen wird sich auch das wirtschaftliche Potenzial von Photovoltaikanlagen deutlich erhöhen. Anhand einer groben Abschätzung wurde das Potenzial von Photovoltaik in den Grundlagen für das Energiekonzept auf rund 280 GWh/a (DIV 2007) geschätzt.

Eine Modellierung von EBP anhand der Gebäudegrundflächen ergibt für die bestehenden Gebäude ein technisch-ökologisches Potenzial von rund 780 GWh, wenn alle geeigneten Dach- und Fassadenflächen genutzt werden (zu den Annahmen vgl. Anhang A4). Dies entspricht einer Fläche von rund 20 m² pro EinwohnerIn, d.h. rund einem Viertel der Grundflächen der Gebäude im Kanton Thurgau.¹⁹⁾ Werden zusätzlich alle geeigneten Dach- und Fassadenflächen der Neubauten ab sofort bis 2050 für die Solarenergie genutzt, kommt ein zusätzliches Potenzial von rund 300 GWh hinzu (rund drei Viertel davon auf Dachflächen, ein Viertel auf Fassadenflächen). Dabei wird ein jährliches Wachstum der Gebäudeflächen von durchschnittlich 0.5% angenommen (vgl. Anhang A4). In den Strategievarianten wird jedoch davon ausgegangen, dass dieses Potenzial nicht vollständig erschlossen wird (vgl. Kapitel 5). Die angestrebten Ziele bis zu 360 GWh/a entsprechen rund 8-10 m² pro EinwohnerIn.²⁰⁾

19) Bezogen auf die Bevölkerung im Jahr 2011 ergibt sich eine Fläche von 22 m² pro Person, bei einem Wachstum der Bevölkerung um 0.5% jährlich sind es noch 18 m² pro Person.

20) Die in der nationalen Energiestrategie 2050 festgehaltenen Ziele liegen mit knapp 9 m² in der gleichen Grössenordnung.

Die Stromproduktion mit Photovoltaik ist von der Sonneneinstrahlung abhängig; rund 70% der Jahresproduktion fällt im Sommerhalbjahr an (ewz 2012). Hinzu kommen Schwankungen im Tagesverlauf, wobei die Produktionsspitzen um die Mittagszeit gut mit den Nachfragespitzen übereinstimmen. Bei der Sonnenenergie sind die Produktionsschwankungen im Tages- und Jahresverlauf im Unterschied zur Windenergie gut prognostizierbar. Die Produktion kann aber nicht geregelt werden. Damit ein möglichst hoher Anteil der produzierten Energie genutzt werden kann, stehen drei Möglichkeiten zur Verfügung (Linder 2012):

- Beeinflussung des Verbrauchszeitpunktes (Demand Side Management)
- Speicherung
- Grossräumige Verschiebung der Energie via Übertragungsnetze in Regionen mit momentanem Produktionsdefizit

In allen drei Gebieten stehen bedeutende Entwicklungen an und die zukünftigen Möglichkeiten können nicht mit Sicherheit vorausgesagt werden. So stehen für die kurz- und längerfristige Speicherung verschiedene Technologien zur Verfügung, die sich für unterschiedliche Standorte und Einsatzmöglichkeiten eignen (vgl. Überblick über verschiedene Speichertechnologien in Anhang A7). Die Technologien unterscheiden sich bezüglich Entwicklungsreife, Kosten und Wirkungsgraden. Je nach Kostenentwicklung für Energiespeicher und Netzkapazitäten, werden unterschiedliche Möglichkeiten zum Einsatz kommen. Diese Aspekte sollen in einer Studie der ETH Zürich vertieft untersucht werden.²¹⁾ Zudem werden Fragen zum Stromnetz in einer separaten Arbeit im Auftrag des Regierungsrates untersucht.²²⁾ Im vorliegenden Bericht wird den Nachteilen einer schwankenden Produktion und den unsicheren Entwicklungen Rechnung getragen, indem in den Strategievarianten (Kapitel 5) nur maximal ein Drittel des hier berechneten technisch-ökologischen Photovoltaik-Potenzials angerechnet wird.

Exkurs:
Stochastische Produktion und
Speicherung

Das Potenzial der bisher wichtigsten Technologie zur Stromproduktion mittels erneuerbarer Energien im Kanton Thurgau, der Wasserkraft, ist aufgrund fehlender grosser Gefälle beschränkt. Insgesamt wird das Potenzial der Wasserkraft auf rund 50 GWh/a geschätzt (DIV 2007).²³⁾ Dabei wird davon ausgegangen, dass mit einer umfassenden Sanierung der bestehenden Anlagen die Produktion von gegenwärtig 33 GWh auf 40 GWh erhöht werden kann. Zusätzlich wird das Potenzial neuer Kleinwasserkraftwerke auf 9 GWh geschätzt.

Wasserkraft

Im Kanton Thurgau besteht ein heute nicht genutztes, verfügbares Energieholzpotenzial von momentan jährlich 65'000 m³ (Festmeter). Die Menge kann längerfristig auf bis zu 100'000 m³/a ansteigen (DIV 2011a). Das mit dieser Energieholzmenge verbundene Strompotenzial ist abhängig davon, in welchen Anlagen das Holz für die Strom- und Wärmeproduktion einge-

Holzenergie

21) Studie Energielandschaft Thurgau, im Auftrag des Think Tank Thurgau; geplante Projektdauer Dezember 2012 bis November 2013

22) Bericht Stromnetze Thurgau, Antrag gemäss §52 GOG, Start Erarbeitung im Herbst 2013

23) Diese Schätzung basiert auf Daten des Amtes für Umwelt, Abteilung Wasserwirtschaft / Wasserbau, Stand 2006.

setzt wird. Wird das zusätzliche nutzbare Holzpotenzial vorwiegend in WKK-Anlagen eigensetzt, kann eine jährliche Stromproduktion von bis zu 40 GWh/a erreicht werden. Voraussetzung für die WKK-Anlagen ist, dass auch die Wärme genutzt werden kann.

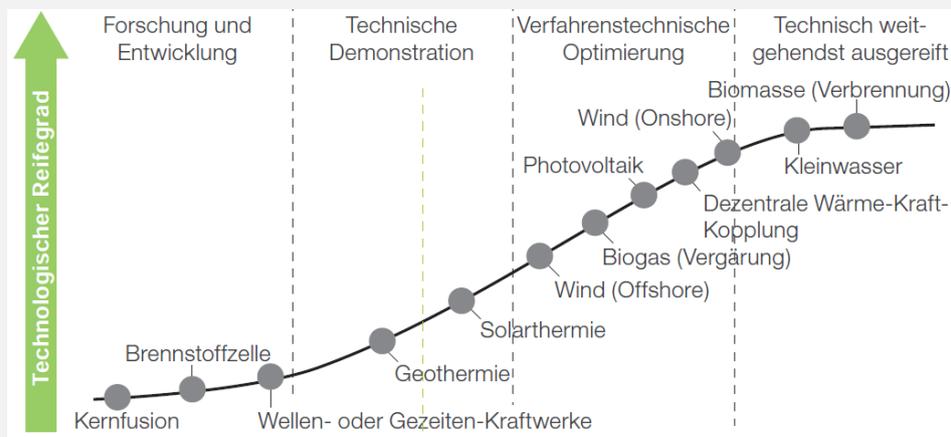
- Biomasse ohne Holz** Das Potenzial an nutzbarer Energie aus biogenen Abfällen für die Stromproduktion im Kanton Thurgau wird auf jährlich bis zu 34 GWh geschätzt (EBP 2012). Wie bei der Holzenergie variiert dabei das Potenzial zur Stromproduktion je nach Anlagenkombination und ist insbesondere davon abhängig, wie viel Biogas aufbereitet und direkt ins Erdgasnetz eingespeist wird.
- Tiefe Geothermie** Für die Nutzung der tiefen Geothermie ist das südöstliche Kantonsgebiet interessant, da dort in tiefliegenden Aquiferen Temperaturen von über 100°C erreicht werden können. Zur Nutzung dieses Potenzials sind jedoch rechtlich-administrative Rahmenbedingungen zu schaffen sowie Abnehmerstrukturen zu untersuchen (DIV 2012a). Zudem hängt der Erfolg stark von der gesellschaftlichen Akzeptanz ab. Aufgrund dieser Unsicherheiten wird das Potenzial unterschiedlich eingeschätzt. In den Grundlagen für das Energiekonzept wird von einer Stromproduktion von 60 GWh/a ausgegangen (dies entspricht 2 Anlagen mit rund 1.5 MW_{el} Leistung und 1 Anlage mit rund 5 MW_{el}). Je nach Entwicklung der Technologien kann die Geothermie auch einen deutlich höheren Beitrag zur Stromproduktion leisten. Ausgehend von den Perspektiven auf nationaler Ebene (ETH 2011, Prognos 2012) wird das Potenzial der geothermischen Stromproduktion im Kanton Thurgau auf bis zu 360 GWh/a geschätzt. Ob und in welchem Zeitraum dieses Potenzial realisiert werden kann, ist heute aufgrund von technischen und wirtschaftlichen Unsicherheiten noch unklar (vgl. unten, Exkurs zum technischen Reifegrad). Eine wichtige Voraussetzung ist zudem, dass an geeigneten Standorten eine entsprechende Wärmenachfrage besteht, da die Stromproduktion alleine kaum wirtschaftlich ist. Der Regierungsrat hat das strategische Ziel formuliert, dass bis 2022 ein erstes Geothermie-Kraftwerk in Betrieb ist. Ein konkretes Projekt für ein petro-thermales Geothermie-Kraftwerk mit einer Stromproduktion von 30 GWh/a wird in Etwilen verfolgt.²⁴⁾
- Windenergie** Zum Potenzial der Windkraft im Kanton Thurgau lagen zum Zeitpunkt der vorliegenden Analysen keine aktuellen Grundlagen vor²⁵⁾. Für Kleinwindanlagen wurde das Potenzial in einer Studie von Aventa (2004) aus windtechnischer und raumplanerischer Sicht auf 0.4 bis 2 GWh/a geschätzt. In der hier vorgenommenen groben Schätzung (Abbildung 8) wird ein Potenzial von 20 bis 100 GWh/a aus den nationalen Daten und den Erhebungen

24) Informationen zum Projekt: <http://www.geo-energie.ch/de/projekte/etzwilen.php> [15.5.2013]

25) Eine Studie zum Potenzial der Windkraft im Kanton Thurgau wird aktuell erarbeitet. Die Zwischenergebnisse (Stand 12. September 2013) zeigen ein Potenzial in der Bandbreite von 60 bis 100 GWh/a.

für den Kanton Schaffhausen abgeleitet (ETH 2011, Prognos 2012, Hochbauamt Kanton SH 2009).

Je Entwicklungsstand der einzelnen Technologien sind die Schätzungen zu zukünftigen Potenzialen und Kosten mit Unsicherheit verbunden. Dies gilt insbesondere für Technologien, die noch in der Phase von Entwicklung und Demonstrationsanlagen sind. Wie die folgende Abbildung zum **technologischen Reifegrad** verschiedener Technologien der Stromproduktion zeigt, gilt dies insbesondere für die Geothermie.



Quelle: ewz (2012)

Die **Gestehungskosten** umfassen alle Kosten der Stromproduktion, d.h. die Kosten für den Bau und den Betrieb der Anlagen (Investitions-, Kapital-, Betriebskosten). Bei den meisten Technologien sind die Gestehungskosten in der Vergangenheit gesunken und aufgrund von Lern- und Skaleneffekten ist mit weiteren Kostenreduktionen zu rechnen, insbesondere bei der Photovoltaik.

Wenn die Gestehungskosten pro Kilowattstunde gleich hoch sind wie die Preise für den Strombezug aus dem Netz ist die **Netzparität** erreicht. Damit lohnt es sich, eine eigene Produktionsanlage zu erstellen und den Strom für den Eigenverbrauch selber zu produzieren. Für Haushaltskunden ist die Netzparität erreicht, wenn die Gestehungskosten um 20 Rappen pro Kilowattstunde liegen, bei Gewerbe- und Industriekunden bei rund 12 bis 18 Rappen pro Kilowattstunde.²⁶⁾ Der Verband Schweizerischer Energieunternehmen (VSE 2012a) geht davon aus, dass die Netzparität bei der Photovoltaik bis im Jahr 2020 erreicht wird. Bei grösseren Photovoltaikanlagen ist sie bereits heute erreicht.

Exkurs:
Technologischer Reifegrad,
Gestehungskosten und
Netzparität

26) Strompreise gemäss ECom <http://www.strompreis.elcom.admin.ch>

3.5 Nationale Rahmenbedingungen

3.5.1 Nationale Energiepolitik

Ziel Schweiz: Erhöhung der Jahreserzeugung von Strom aus erneuerbarer Energien um 5'400 GWh gegenüber dem Jahr 2000

Die Energiepolitik des Bundes basiert auf dem Energieartikel in der Bundesverfassung (BV, Art. 89). Sie wird mit dem eidgenössischen Energie- und Stromversorgungsgesetz (EnG, StromVG), den zugehörigen Verordnungen (EnV, StromVG) sowie dem CO₂-Gesetz weiter konkretisiert. Gemäss Energiegesetz (EnG, Art. 1, Abs. 3) soll die durchschnittliche Jahreserzeugung von Elektrizität aus erneuerbaren Energien in der Schweiz bis 2030 gegenüber dem Stand im Jahr 2000 um mindestens 5'400 GWh erhöht werden, wobei der Bundesrat im Ausland erzeugte Elektrizität aus erneuerbarer Energien bis zu einem Anteil von 10 Prozent anrechnen kann. Im Rahmen der Energiestrategie 2050 werden diese Ziele deutlich erhöht (vgl. unten).

Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV)

Die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) für Strom aus erneuerbaren Energien wurde im Jahr 2008 eingeführt (EnG, Art. 7a). Die KEV deckt die Produktion von Strom aus Wasserkraft (bis 10 MW), Photovoltaik, Windenergie, Geothermie, Biomasse sowie Abfällen aus Biomasse ab. Die entsprechenden Fördermittel sind mit den angemeldeten Projekten jedoch bereits ausgeschöpft. Deshalb ist in der Energiestrategie 2050 des Bundes eine deutliche Erhöhung der Fördermittel vorgesehen. Gemäss den geltenden Regelungen im Energiegesetz kann der Bundesrat ab 2016 eine Quotenregelung einführen, wenn die Ziele zur erneuerbaren Stromproduktion nicht erreicht werden. In den aktuellen energiepolitischen Vorlagen auf nationaler Ebene sind jedoch Anpassungen und Erweiterungen der KEV vorgesehen und keine Quotenregelung.²⁷⁾

Wettbewerbliche Ausschreibungen für Effizienzmassnahmen

Seit dem Jahr 2010 führt das BFE jährlich wettbewerbliche Ausschreibungen für befristete verbrauchsseitige Effizienzmassnahmen im Strombereich durch (EnV, Art. 4). Über einen Fonds werden Massnahmen unterstützt, welche im Rahmen eines Ausschreibungsverfahrens über das beste Kosten-Wirkungs-Verhältnis verfügen.

Programm Energie Schweiz

Ein wichtiger Eckpfeiler der Energiepolitik ist das Programm Energie-Schweiz²⁸⁾. Dieses basiert auf freiwilligen Massnahmen und verfolgt folgende Ziele zur Energieversorgung in der Schweiz:

- Generelle Reduktion des Endenergieverbrauchs durch Verbesserung der Energieeffizienz im Brenn- und Treibstoff- sowie im Elektrizitätsbereich.
- Reduktion der CO₂-Emissionen und des Verbrauchs an fossilen Energien um mindestens 20 Prozent bis 2020 gegenüber 1990.
- Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien zwischen 2010 und 2020 am Gesamtenergieverbrauch um mindestens 50 Prozent.

27) vgl. Energiestrategie 2050 und Parlamentarische Initiative 12.400: Freigabe der Investitionen in erneuerbare Energien ohne Bestrafung der Grossverbraucher (UREK-N)

28) EnergieSchweiz: <http://www.energieschweiz.ch/de-ch/home.aspx>

3.5.2 Energiestrategie 2050

Im Frühjahr 2011 kündigte der Bundesrat die Energiestrategie 2050 an. Das Eidg. Departement für Umwelt, Energie, Verkehr und Kommunikation (UVEK) hat dazu eine Vorlage ausgearbeitet und am 28. September 2012 in die Vernehmlassung gegeben (UVEK 2012).²⁹⁾ Hauptelement der neuen Energiestrategie ist der Ausstieg aus der Kernenergie. Für den etappenweisen Umbau des Energiesystems bis im Jahr 2050 setzt der Bundesrat unter anderem auf eine verstärkte Energieeffizienz, den Ausbau der Wasserkraft und der neuen erneuerbaren Energien (Ausbau der Stromproduktion aus neuen erneuerbaren Energien in der Schweiz bis 2050 auf rund 24 TWh). Zudem sollen die Stromnetze ausgebaut und die internationalen Zusammenarbeit im Energiebereich gestärkt werden. Zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit wird notwendigerweise auch der Ausbau der fossilen Stromproduktion (WKK-Anlagen, Gaskombikraftwerke) angestrebt (UVEK 2012).

Vorlage des Bundesrates zum Kernenergieausstieg

Zur Zielerreichung schlägt der Bundesrat in der Energiestrategie 2050 ein erstes Massnahmenpaket vor. Folgende Massnahmen sind für die Stromversorgung relevant³⁰⁾:

Stromrelevante Massnahmen der Energiestrategie 2050

Energieeffizienz

- Gebäude: Verschärfung der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich sowie Ausbau des Gebäudeprogramms
- Industrie und Dienstleistungen: Einbindung in verbindliche Zielvereinbarungsprozesse sowie finanzielle Anreize durch einen Ausbau der wettbewerblichen Ausschreibungen
- Elektrogeräte: Verschärfung und Ausweitung der Effizienz- und Gebrauchsvorschriften
- Verpflichtung zur Einhaltung von definierten Stromeffizienzzielen für EVU

Erneuerbare Energien

- Verstärkung und Optimierung der Einspeisevergütung, Investitionsbeiträge für Photovoltaikanlagen bis 10 kW
- Eigenverbrauchsregelung: Produzenten dürfen die selbst produzierte Energie am Ort der Produktion ganz oder teilweise selber verbrauchen; sie speisen nur die überschüssige Energie nach Abzug des Eigenverbrauchs ein (Echtzeit-Netting)
- Förderprogramm Tiefengeothermie

29) Erläuternder Bericht zur Energiestrategie 2050 (Vernehmlassungsvorlage), 28. September 2012: www.energiestrategie2050.ch > Vernehmlassung

30) Im Rahmen der Energiestrategie 2050 erfolgt eine Gesamtrevision des Energiegesetzes. Dabei werden zum Teil bestehende Bestimmungen aufgehoben, z.B. die bestehende Kompetenz des Bundesrats, den EVU frühestens ab 2016 verpflichtende Vorgaben für die Lieferung von Elektrizität aus erneuerbaren Energien zu machen, falls die Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien nicht erreicht werden.

- Vereinfachung der Bewilligungsverfahren für Anlagen zur erneuerbaren Elektrizitätserzeugung
- Gebietsausscheidung für Anlagen zur Produktion von Strom mit erneuerbaren Energien

Netze

- Erarbeitung einer Strategie Stromnetze
- Verfahrensbeschleunigung
- Umbau Netze Richtung Smart Grids

Fossile Kraftwerke

- Gesetzliche Vorgaben zur Förderung effizienter WKK-Anlagen
- Anschluss der Gaskombikraftwerke an das europäische Emissionshandelssystem

Beratung im Parlament ab Herbst 2013

Die Vernehmlassung zur Energiestrategie 2050 wurde am 31. Januar 2013 abgeschlossen. Basierend auf den Ergebnissen der Vernehmlassung wird die Vorlage des Bundesrates überarbeitet. Die parlamentarischen Beratungen beginnen voraussichtlich im Herbst 2013³¹⁾.

Vorgezogene Anpassungen bei Eigenverbrauch, KEV und Befreiung Grossverbraucher

Aufgrund einer parlamentarischen Initiative der Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Nationalrates hat das Parlament einige Massnahmen aus der Energiestrategie 2050 bereits in der Sommersession 2013 behandelt.³²⁾ Wichtige Gesetzesänderungen, die von National- und Ständerat beschlossen wurden, betreffen die folgenden Punkte:

- Eigenverbrauch: Produzenten dürfen die selbst produzierte Energie am Ort der Produktion ganz oder teilweise selber nutzen und es wird nur die tatsächlich ins Netz eingespeiste Energie verrechnet.
- Einmalvergütung statt kostendeckende Einspeisevergütung: Betreiber von Photovoltaik-Anlagen unter 10 kW erhalten statt der KEV in Zukunft einen einmaligen Beitrag, der maximal 30% der Investitionskosten deckt. Bei Anlagen zwischen 10 und 30 kW können die Betreiber zwischen dieser Einmalvergütung und der Einspeisevergütung wählen.
- Erhöhung des KEV-Zuschlags: Der maximale Zuschlag für die KEV und weitere im Energiegesetz definierte Massnahmen wird von 0.9 Rp./kWh auf 1.5 Rp./kWh erhöht (der 2012 erhobene Zuschlag für die KEV betrug 0.45 Rp./kWh). Damit stehen mehr Gelder für die KEV und für die Einmalvergütungen zur Verfügung.

31) Als Grundlage für die parlamentarische Beratung hat der Bundesrat am 4. September 2013 die Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 veröffentlicht: www.energiestrategie2050.ch > Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050

Der vorliegende Bericht basiert auf dem Entwurf für die Revision des Energiegesetzes vom 28. September 2012.

32) 12.400 Parlamentarische Initiative UREK-NR. Freigabe der Investitionen in erneuerbare Energien ohne Bestrafung der Grossverbraucher
http://www.parlament.ch/d/suche/seiten/geschaefte.aspx?gesch_id=20120400

- Endverbraucher, deren Elektrizitätskosten mindestens 5% bzw. 10% der Bruttowertschöpfung ausmachen, erhalten die bezahlten Zuschläge teilweise bzw. ganz zurückerstattet. Die Rückerstattung ist an Zielvereinbarungen zur Steigerung der Energieeffizienz gebunden.

3.5.3 Entwicklung der Stromproduktion national

Die Entwicklung der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien ist abhängig von technisch-ökologischen Potenzialen und der Wirtschaftlichkeit. Diese wird wiederum von politischen Instrumenten wie beispielsweise der KEV beeinflusst.

Gemäss Vernehmlassungsvorlage zur Energiestrategie 2050 (UVEK 2012) setzt der Bundesrat primär auf den Ausbau der erneuerbaren Energien. Zur Deckung des verbleibenden Restbedarfs steht die fossil-thermische Stromerzeugung mittels Gas- und Kombikraftwerken (GuD) sowie Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) zur Verfügung. Dies entspricht der Angebotsvariante C&E der Energieperspektiven (Prognos 2012), bei der primär die erneuerbaren Stromerzeugungstechnologien ausgebaut und, falls notwendig, mit zentralen Erdgaskombikraftwerken ergänzt werden.

Angebotsvariante C&E (Fossile zentral und erneuerbare Energien) der Energieperspektiven 2050

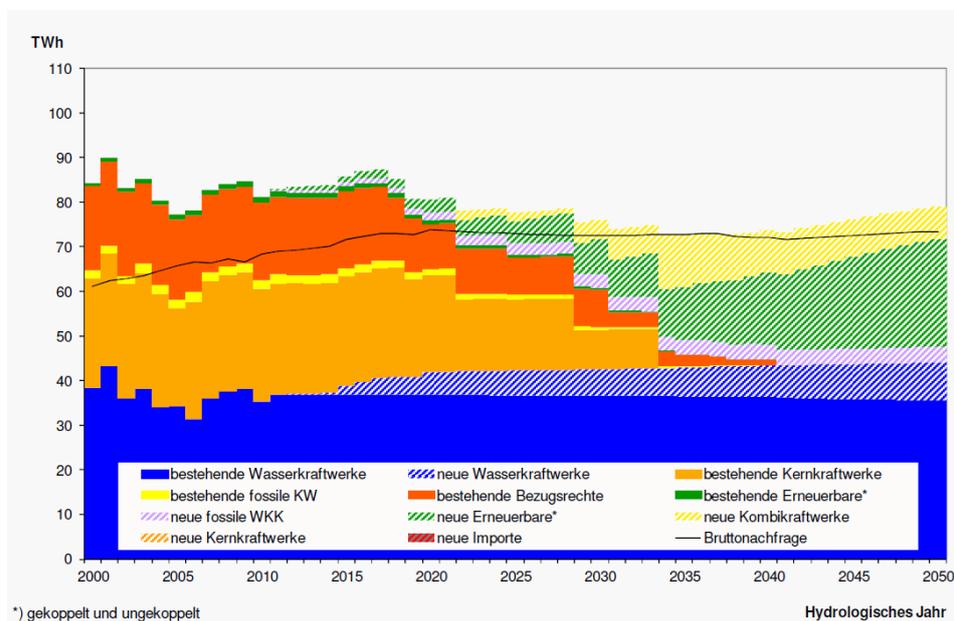


Abbildung 9: Stromangebot auf der Basis des Massnahmenpakets des UVEK (Variante C&E, Szenario „Politische Massnahmen Bundesrat“)

Quelle: Energieperspektiven für die Schweiz (Prognos 2012, S. 583)

3.5.4 Marktöffnung

Freier Marktzugang für
Endverbraucher mit einem
Jahresverbrauch von mehr als
100 MWh seit 2009

Das vom Parlament im Jahr 2007 verabschiedete Stromversorgungsgesetz sieht eine zweistufige Marktöffnung vor³³⁾. Im ersten Schritt können seit 2009 Endverbraucher mit einem Jahresverbrauch von mehr als 100'000 kWh ihren Stromlieferanten frei wählen (StromVG, Art. 6 und StromVV Art. 11). Im zweiten Schritt sollen dann auch Haushalte und andere Kleinverbraucher freien Marktzugang haben. Die Einführung der vollen Marktöffnung erfolgt per Bundesbeschluss, der einem fakultativen Referendum untersteht und gemäss dem aktuellen Fahrplan des Bundes ab 2015 in Kraft treten soll.

Rolle der Kantone im freien
Markt

Die Rolle der Kantone im Rahmen des Stromversorgungsgesetzes (StromVG) beinhaltet im Wesentlichen folgende Punkte:

- Die Kantone bezeichnen die Netzgebiete der auf ihrem Gebiet tätigen Netzbetreiber (Art. 5 Abs. 1 StromVG). Die Zuteilung eines Netzgebietes muss diskriminierungsfrei erfolgen und kann mit einem Leistungsauftrag an den Netzbetreiber verbunden werden.
- Die Kantone können auf ihrem Gebiet tätige Netzbetreiber dazu verpflichten, Endverbraucher auch ausserhalb ihres Netzgebietes an das Netz anzuschliessen (Art. 5 Abs. 3 StromVG).
- Die Kantone können Bestimmungen über Anschlüsse ausserhalb der Bauzone sowie über deren Bedingungen und Kosten erlassen (Art. 5 Abs. 4 StromVG).
- Die Kantone treffen die geeigneten Massnahmen zur Angleichung unverhältnismässiger Unterschiede der Netznutzungstarife auf ihrem Gebiet (Art. 14 Abs. 4 StromVG).

Freier Marktzugang von
Thurgauer Grossverbrauchern bis
2011 kaum genutzt

Grossverbraucher im Kanton Thurgau haben bis im Jahr 2011 von der Teilöffnung keinen Gebrauch gemacht³⁴⁾. Im Jahr 2012 wählten einige Grossverbraucher ihren Stromlieferanten erstmals frei und Ende 2012 zeigte sich, dass ab 2013 weitere Grossverbraucher diesen Schritt machen wollen. Dieses Bild wird auch durch Angaben der Arbon Energie AG und des EW Romanshorn bestätigt. Im Versorgungsgebiet der Arbon Energie AG haben noch keine Grossverbraucher von der Teilöffnung Gebrauch gemacht³⁵⁾. Im Versorgungsgebiet des EW Romanshorn werden in Bezug auf die Energiemenge 2013 erstmals 10% fremdbeliefert³⁶⁾.

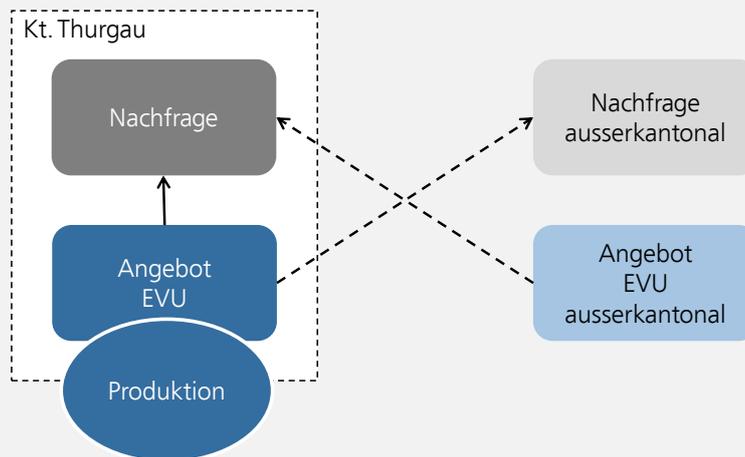
33) BFE – Infoblatt Stromversorgungsgesetz:
http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_751146270.pdf [30.7.12]

34) Gemäss telefonischer Auskunft der EKT (C. Loser)

35) Auskunft C. Keller, 22.4.2013

36) Auskunft J. van der Bie, 22.5.2013

Die Marktöffnung führt dazu, dass Stromanbieter und -nachfrager räumlich voneinander unabhängig sind. Das bedeutet, dass einerseits Thurgauer Energieversorger auch Stromkundinnen und -kunden ausserhalb des Kantons beliefern können und andererseits die im Kanton ansässigen Grossverbraucher den Strom von ausserkantonalen Anbietern beziehen können, wie in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt:



Diese veränderten Beziehungen zwischen Stromlieferanten und Endverbrauchern wirken sich auf die Handlungsmöglichkeiten des Kantons und der Gemeinden aus. Der von Endverbrauchern bezogene Strommix kann im liberalisierten Markt nicht direkt bestimmt, jedoch indirekt über entsprechende Rahmenbedingungen, Anreize und Informationen beeinflusst werden (vgl. Massnahmen, Kap. 6). Zudem ist die Netznutzung auch bei einer Marktöffnung weiterhin reguliert, nur der Energieliefermarkt wird liberalisiert. Regulatorische Eingriffe sind folglich mit der Marktliberalisierung vereinbar, wenn sie sich auf die Netznutzung beziehen.

Einen direkten Einfluss auf das Angebot der Energieversorgungsunternehmen haben der Kanton und die Gemeinden als Eigentümer. Zudem kann der Kanton die Zuteilung der Netzgebiete mit einem Leistungsauftrag verbinden (vgl. Kap. 3.6.2).

Die EVU stehen im liberalisierten Markt vor der Herausforderung, sich unter den veränderten Rahmenbedingungen zu positionieren und marktgerechte Produkte anzubieten. Nach Kundensegmenten differenzierte Produkte können in Ergänzung zur Energielieferung weitere Dienstleistungen umfassen und die „Qualität“ (bzw. Herkunft) des Stroms ist zunehmend von Bedeutung. Neben dem Preis spielen weitere Kundenbedürfnisse eine Rolle. Erfahrungen aus anderen Ländern zeigen, dass die jährlichen Wechselraten etwa bei 10 Prozent liegen (z.B. haben in Deutschland 2011 rund 8% der Kunden den Stromlieferanten gewechselt, wobei diese rund 11% der Stromnachfrage beziehen, Bundesnetzagentur 2012).

Exkurs:
Strommarktliberalisierung und Handlungsmöglichkeiten von Kanton und Gemeinden

3.5.5 Energiepolitik der Kantone

Mustervorschriften für Kantone
im Energiebereich (MuKEn)

Die Konferenz kantonaler Energiedirektoren (EnDK) fördert und koordiniert die Zusammenarbeit der Kantone in Energiefragen und vertritt deren gemeinsamen Interessen³⁷⁾. Mit den von der EnDK eingeführten Mustervorschriften für Kantone im Energiebereich (MuKEn 2008) wurden Energieeffizienzvorschriften für Gebäude verschärft und das Grossverbrauchermodell ins Basismodul aufgenommen. Das Grossverbrauchermodell schreibt vor, dass Unternehmen mit einem jährlichen Wärmeverbrauch von mehr als 5 GWh oder einem jährlichen Stromverbrauch von mehr als 0.5 GWh systematisch an der Verbesserung der Energieeffizienz arbeiten müssen (MuKEn 2008, Art. 1.28, Grossverbraucherartikel). Die Kantone sind nun angehalten, die MuKEn 2008 in die kantonale Gesetzgebung zu überführen.

Energiepolitische Leitlinien
der EnDK

Die energiepolitischen Leitlinien der EnDK geben der Energiepolitik der Kantone eine Richtung an. Es handelt sich dabei um fünf Grundsätze und 13 Leitsätze, die zusammen die Leitlinien bilden.³⁸⁾ In Bezug auf die Stromversorgung sind insbesondere die folgenden Leitlinien relevant:

- Eine optimale Versorgungssicherheit mit Strom ist auf einer weitgehend inländischen Produktionsbasis zu gewährleisten. Der wegfallende Strom aus der Kernenergie ist durch den Zubau einer Stromproduktion aus erneuerbaren Energien, einem Ausbau der Regelenergiekapazität, GuD-Kraftwerken sowie durch Stromimporte zu ersetzen.
- Die sichere Stromversorgung erfordert einen raschen Netzausbau.

3.6 Rahmenbedingungen Kanton Thurgau

3.6.1 Kantonales Energiegesetz

Gesetzliche Grundlage
Energiepolitik Kanton Thurgau

Das Gesetz über die Energienutzung vom 10. März 2004 bestimmt die Rahmenbedingungen der Energiepolitik im Kanton Thurgau, welche in der Verordnung vom 9. November 2010 weiter konkretisiert werden. Auf Anfang 2009 wurde im Kanton Thurgau basierend auf dem Art. 6a ENG ein Fonds zur Förderung erneuerbarer Energie und der Energieeffizienz geschaffen. Im Jahr 2010 wurden die wichtigsten Elemente aus den MuKEn 2008 ins kantonale Recht übernommen.

37) Energie-Kompetenzzentrum der Kantone: <http://www.endk.ch/>

38) Weitere Informationen: Vorstand der Konferenz Kantonaler Energiedirektoren (2012) http://www.endk.ch/media/archive1/aktuelles/120504EnDKFruejahrsversammlung_Medienmitteilung_Beilage.pdf [15.5.2013]

3.6.2 Kantonales Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über die Stromversorgung

Das kantonale Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über die Stromversorgung regelt die Umsetzung des StromVG im Kanton Thurgau. Folgende Punkte sind im Zusammenhang mit der Strommarktliberalisierung wichtig:

- Das Departement bezeichnet das Netzgebiet jedes Netzbetreibers und kann die Zuteilung mit einem Leistungsauftrag (vgl. Exkurs) verbinden (§4).
- Innerhalb des zugeteilten Netzgebietes ist ausschliesslich der bezeichnete Netzbetreiber zum Anschluss berechtigt und verpflichtet (§10).
- Das Departement kann einen Netzbetreiber verpflichten, einzelne Endverbraucher ausserhalb seines Netzgebietes an das Netz anzuschliessen, sofern dies für die sichere und effiziente Versorgung einen erheblichen Vorteil bringt (§11).

Umsetzung des Stromversorgungsgesetzes im Kanton Thurgau

Kantone und Gemeinden können die EVU durch Leistungsaufträge zu Energieeffizienz-Massnahmen, zur Erbringung von besonderen Energiedienstleistungen und zu effizienzfördernden Tarifen verpflichten. Damit kann die öffentliche Hand einen bedeutenden Beitrag zum effizienten Stromverbrauch und zur Förderung der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien leisten³⁹⁾.

Exkurs:
Leistungsauftrag

Die Kantone können gemäss Stromversorgungsgesetz (StromVG) die Zuteilung eines Netzgebietes mit einem Leistungsauftrag an die Netzbetreiber kombinieren. Der kantonale Leistungsauftrag dient der Stärkung der Grundversorgung und soll grundsätzlich für alle Netzbetreiber gleich lauten. Die Netzbetreiber können die Mehrkosten der zu erbringenden Leistungen in die Netznutzungstarife einrechnen und auf die Endverbraucher überwälzen.

Die Leistungsaufträge an die EVU können sehr unterschiedlich ausgestaltet werden und unter anderem folgende Massnahmen beinhalten, sofern die dazu notwendige kantonale gesetzliche Grundlage besteht:

- Effizienzfördernde Massnahmen entlang der ganzen Produktions- und Verbrauchskette
- Informations- und Beratungsangebote für Stromkonsumenten
- Programme und Aktionen zur Förderung energieeffizienter Geräte und Anlagen
- Erbringen von Energiedienstleistungen
- Effizienzfördernde Tarifstruktur
- Angebot von ökologischen Stromprodukten
- Verpflichtung, einen vorgegebenen Anteil an Strom aus erneuerbaren Energien am Stromliefermix zu erreichen
- Verpflichtung, in Anlagen zur Stromproduktion aus erneuerbaren Energien zu investieren

Situation im Kanton Thurgau: Für die Mehrheit der oben aufgeführten Massnahmen fehlt zurzeit die gesetzliche Grundlage um diese in einen Leistungsauftrag

39) Weitere Informationen unter:
<http://www.unserstrom.ch/massnahmen/5-leistungsauftrag-energieversorgungsunternehmen>
[04.03.12]

einzubinden. Diese kann mit einer entsprechenden Ergänzung des kantonalen Einführungsgesetzes zum Bundesgesetz über die Stromversorgung geschaffen werden.

3.6.3 Kantonales Energiekonzept

Vision Kanton Thurgau: Die
2000-Watt Gesellschaft

Das kantonale Konzept zur verstärkten Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz visiert langfristig eine 2000-Watt-Gesellschaft⁴⁰⁾ an (DIV 2007). Erreicht werden soll dies im Zeitraum 2050-2080. Folgende Ziele werden für das Jahr 2015 auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft angestrebt:

- Verbrauch fossiler Energien in Gebäuden und in Industrie, Gewerbe, Dienstleistungen und Infrastruktur: minus 15 Prozent gegenüber dem Jahr 2000
- Verbrauch fossiler Energien im Verkehr: minus 5 Prozent gegenüber dem Jahr 2000
- Der Verbrauch von Elektrizität soll gegenüber dem Verbrauch im Jahr 2000 um weniger als 5 Prozent zunehmen
- Produktion neuer erneuerbarer Energien: zusätzlich 4.5 Prozent des gesamten Wärmebedarfs und zusätzlich 1.5 Prozent des gesamten Strombedarfs gegenüber dem Jahr 2000
- Energieverbrauch der kantonalen Gebäude: der spezifische Bedarf an nicht-erneuerbaren Energien der Bauten sinkt jährlich um 1.5 Prozent

28 Massnahmen im Rahmen des
Energiekonzepts

Zur Erreichung dieser Ziele sieht das Energiekonzept 28 Massnahmen in den Bereichen Energieeffizienz in Gebäuden, Nutzung erneuerbarer Energien, Energieversorgung und Raumplanung, Information sowie Vorbildwirkung der öffentlichen Hand vor. Eine Zwischenbilanz zur Umsetzung (DIV 2011b) hat ergeben, dass sich 14 Massnahmen auf dem Zielpfad befinden, während vier Massnahmen nicht die gewünschte Entwicklung aufzeigen und 10 Massnahmen teilweise auf Zielpfad sind. Im Bereich der erneuerbaren Energien konnten ein Projekt für die Wärmenutzung der Tiefengeothermie⁴¹⁾ realisiert sowie neue Standorte und Erweiterungen von Kleinwasserkraftwerken umgesetzt werden. Die Umsetzung einer Substitutionspflicht für zentrale Elektroheizungen und die Ausgestaltung der Elektrizitätstarife für mehr Energieeffizienz befinden sich nur teils auf Zielkurs.

Energiekonzept als Grundlage

Die Ziele und Massnahmen des Energiekonzepts bilden eine Grundlage für die vorliegende Strategieentwicklung und werden in den entsprechenden Arbeitsschritten berücksichtigt.

40) Das Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft enthält auch das Ziel zur Reduktion der CO₂-Emissionen auf eine Tonne CO₂ pro Person und Jahr. Daraus ergibt sich, dass maximal 500 Watt Leistung durch fossile Energieträger erzeugt werden sollen.

41) Bohrung Schlattingen: Bisher gibt es schweizweit noch keine Geothermie-Anlage, die Strom produziert. Verschiedene Kraftwerke sind in Planung, in St. Gallen wurde die Tiefenbohrung im März 2013 gestartet.

3.6.4 Fördermassnahmen

Im Kanton Thurgau können Haushalte und Unternehmen von vielfältigen Fördermassnahmen profitieren. Der Kanton betreibt seit vielen Jahren ein Förderprogramm im Energiebereich, das 2008 und 2009 deutlich aufgestockt wurde und mittlerweile zu den bestdotierten Programmen der Schweiz zählt (Energie Schweiz 2011).

Neben der umfangreichen kantonalen Förderung im Bereich Gebäude und erneuerbare Wärme, unterstützt der Kanton auch Massnahmen im Strombereich. Zur Steigerung der Energieeffizienz werden Energieverbrauchsanalysen für Unternehmen und der Ersatz von Lüftungs-, Klima- und Beleuchtungsanlagen gefördert. In der Produktion werden Biogas- und Photovoltaikanlagen sowie Machbarkeitsstudien unterstützt (DIV 2012d). Zur Förderung der erneuerbaren Stromproduktion wurde ein bedeutender Anteil der Fördergelder für Photovoltaikanlagen eingesetzt. Die untenstehende Abbildung zeigt die zugesicherten Förderbeiträge des kantonalen Förderprogramms in den Jahren 2007-2012 bezogen auf die bewilligten Gesuche. Total wurden in diesen sechs Jahren 120 Mio. Franken Förderbeiträge zugesichert.⁴²⁾

Weit entwickeltes kantonales Förderprogramm

Kantonale Förderbeiträge für erneuerbare Energien und Energieeffizienz 2007-2012 total 120 Mio. Franken

Mio. CHF

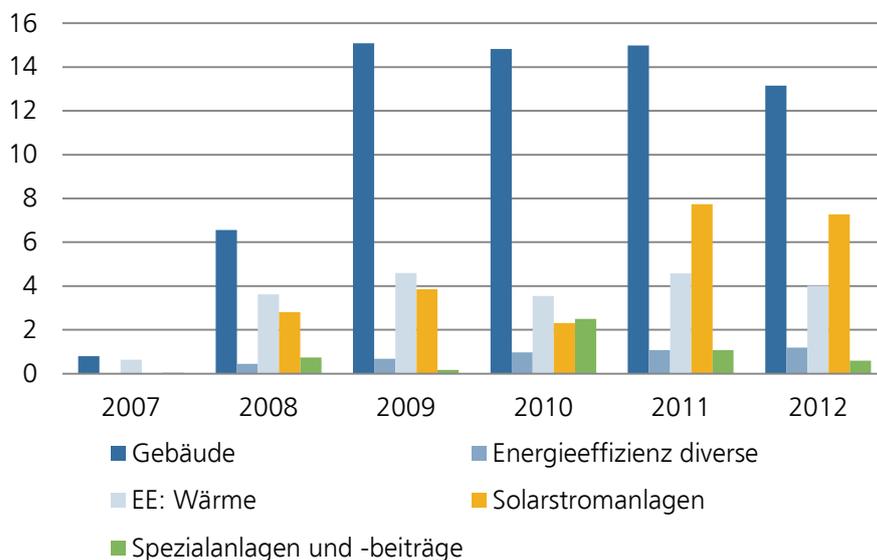


Abbildung 10:
Zugesicherte Förderbeiträge des Kantons 2007 - 2012

Durch die von 2007-2012 zugesicherten Förderbeiträge wurden Investitionen von rund 800 Mio. Franken ausgelöst. Die Wirkung wird in Litern substituiertem Erdöl gemessen: mit den geförderten Massnahmen können jährlich gut 35 Mio. Liter Erdöl (rund 350 GWh) eingespart werden. Diese Beiträge und Wirkungen beziehen sich auf alle Energieträger und gehen über den im vorliegenden Grundlagenbericht untersuchten Strombereich

Durch Förderprogramm ausgelöste Investitionen und energetische Wirkung

42) Die Massnahmen des Förderprogramms werden von Kanton und Bund finanziert. Der kantonale Anteil liegt bei rund 55 Prozent.

Zusammenspiel kantonalen
Massnahmen mit jenen des
Bundes

hinaus. Eine wichtige strombezogene Massnahme ist die Förderung von Solarstromanlagen. Im Jahr 2012 wurden für Photovoltaikanlagen Förderbeiträge von rund 7.3 Mio. Franken zugesichert. Mit der Realisierung dieser Anlagen werden Investitionen von rund 21 Mio. Franken ausgelöst und ein Zubau von 5.6 MW erreicht.

Um ambitionierte Ziele zur Steigerung der Energieeffizienz und zum Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung zu erreichen sind effektive Massnahmen sowohl des Kantons wie auch des Bundes notwendig. Ihre maximale Wirkung entfalten Massnahmen durch das Zusammenspiel von Aktivitäten auf den unterschiedlichen politischen Ebenen (z.B. erzielt das Gebäudedeckungsprogramm in den einzelnen Kantonen unterschiedliche Wirkungen). In der vorliegenden Strategie nimmt die KEV eine zentrale Rolle ein. Die Möglichkeiten zur Umsetzung von KEV-Projekten sollten im Kanton Thurgau für den Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion uneingeschränkt genutzt werden.⁴³⁾

Fördermassnahmen EKT

Die EKT hat von 2010 bis 2012 das Programm Clever-Stromsparen durchgeführt, das sich an KMU, Private und politische Gemeinden richtet und ein Portal mit nützlichen Stromspartipps bietet⁴⁴⁾. KMU, die in das Beratermodell der Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) einsteigen, profitieren von einem Effizienzbonus. Zurzeit nutzen 93 Thurgauer Unternehmen das Know-how der EnAW⁴⁵⁾. Neben Förderbeiträgen für effiziente Haushaltsgeräte mit der besten Energieklasse, unterstützt die EKT auch Verbesserungen der Stromeffizienz finanziell. Bei politischen Gemeinden wird der Ersatz von Gasentladungslampen durch LED von der EKT finanziell unterstützt.

Bis zur Einstellung aufgrund mangelnder Finanzierung ab 2013 hat die EKT verschiedene Förderprogramme betrieben⁴⁶⁾:

- Die EKT unterstützte 2012 den Ersatz von alten Kühlschränken, Gefriergeräten und Waschmaschinen gegen effiziente Geräte mit je 200 Franken.
- Die EKT unterstützte 100 Thurgauer Haushalte beim Ersatz eines Elektroboilers durch einen Wärmepumpenboiler.
- Die EKT bot eine Energie-Prozess Optimierung für 15 Unternehmen mit einem Stromverbrauch von über 100 MWh pro Jahr.

43) Bei der Anrechnung von KEV-Projekten zur Zielerreichung besteht das Problem, dass bei der Stromkennzeichnung gemäss Energieverordnung der schweizerische Anteil der durch die KEV geförderten Energieproduktion deklariert wird, d.h. kantonale Eigenheiten werden nicht abgebildet. Diesem Umstand kann bei einer Beurteilung der Zielerreichung des Ausbaus der erneuerbaren Energien berücksichtigt werden, indem sowohl der Lieferantenmix zur Deckung der kantonalen Nachfrage als auch die tatsächliche Produktion auf Kantonsgebiet berücksichtigt werden.

44) <http://www.clever-strom-sparen.ch/>

45) <http://www.enaw.ch/de/partner/wirtschaft>

46) Medienmitteilung EKT – Stromeffizienz-Förderprogramm (2012):
http://www.ekt.ch/contento/LinkClick.aspx?link=media%2fdok%2fMedienmitteilung_18042012.pdf&tabid=177&mid=581&language=de-CH

Für die Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien sind weitere Akteure von Bedeutung. Viele Gemeinden haben eigene Förderprogramme, Privatpersonen und Unternehmen investieren in entsprechende Anlagen und Vereine oder Genossenschaften leisten Unterstützung durch Beratung, Vermarktung von Ökostrom, etc. Der Solarstrom-Pool Thurgau vermarktet als gemeinnütziger, nicht gewinnorientierter Verein Solarstrom mit rund 30 lokalen Elektrizitätswerken. Die angebotenen Dienstleistungen umfassen den Verkauf von Solarstrom aus dem Kanton, Investitionsbeiträge an Solarstromanlagen und die Beteiligung an Vereins-Solarstromanlagen. Zwischen 1998 und 2010 wurden rund 2.2 Mio. Franken in 220 neue Solarstromanlagen investiert, die ca. 1'100 MWh Strom pro Jahr produzieren. Damit können rund 300 Haushalte versorgt werden.⁴⁷⁾ Ein Grossteil der Anlagen wird zusammen mit dem kantonalen Förderprogramm unterstützt (Ergänzungsbeiträge durch Solarstrom-Pool).

Weitere Beiträge verschiedener Akteure

3.6.5 Kanton als Aktionär der Axpo

Die gesetzliche Grundlage für die Aktionäre der Axpo ist der sogenannte NOK-Gründungsvertrag⁴⁸⁾. Die Aktien sind nach einem festen Schlüssel auf die beteiligten 9 Kantone aufgeteilt (§2). Der Anteil des Kantons Thurgau beträgt 12%.

NOK-Gründungsvertrag

Die Kantone können ihre Aktien nicht an Dritte veräussern, ausgenommen die Übertragung an ein eigenes staatliches Elektrizitätswerk oder die Abgabe von Pflichtaktien an die Vertreter im Verwaltungsrat (§3).

Verkauf der Aktien an Dritte nicht möglich

Weiter sind im NOK-Gründungsvertrag Vorgaben zur Abgabe bzw. zum Bezug von elektrischer Energie festgehalten (§4). Gemäss diesen Bestimmungen ist der Kanton verpflichtet, die gesamte Energie für die staatliche Kraftwerksversorgung von der Axpo zu beziehen, so lange diese zu „annehmbaren Bedingungen“ liefern kann. Demgegenüber ist im StromVG⁴⁹⁾ festgehalten, dass Grossverbraucher (Jahresverbrauch ab 100 MWh) ihren Versorger frei wählen können. Im NOK-Gründungsvertrag nicht geregelt ist die „Qualität“ bzw. Herkunft des gelieferten Stroms.

Vorgaben zur Abgabe bzw. zum Bezug von elektrischer Energie

47) Flyer Solarstrom-Pool Thurgau, siehe auch www.solarstrom-pool.ch

48) SR 954.4, Vertrag zwischen den Kantonen Aargau, Glarus, Zürich, St. Gallen, Thurgau, Schaffhausen, Schwyz, Appenzell A. Rh. und Zug betreffend Gründung der Gesellschaft der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.G. vom 22. April 1914

49) Bundesgesetz über die Stromversorgung (Stromversorgungsgesetz, StromVG) vom 23. März 2007 (Stand am 1. Juli 2012)

3.7 Strategien der EVU

Eigentümerstrategie des
Regierungsrates des Kantons
Thurgau

Mit der Eigentümerstrategie formuliert der Regierungsrat des Kantons Thurgau (2011) die strategischen Ziele für die EKT Holding AG. Neben finanziellen, personal- und marktpolitischen Zielen soll die EKT folgende Leistungsziele anstreben:

- Beitrag zu einer sicheren, solidarischen und nachhaltigen Elektrizitätsversorgung zu attraktiven Konditionen; Im Rahmen der Gesetzgebung über den Strommarkt kann die EKT auch Endkunden innerhalb und ausserhalb des Kantons beliefern.
- Betrieb eines Kommunikations- und Datennetzes, das für sämtliche Kunden zu günstigen Preisen verfügbar ist.
- Beitrag zur Verbesserung der Strukturen bei den Endverteilern und zur Optimierung der Netze.
- Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz im wirtschaftlich vertretbaren Rahmen.

Fortführung der Zusammenarbeit
der EKT mit der Axpo

Die Eigentümerstrategie sieht weiter vor, dass die Zusammenarbeit der EKT mit der Axpo und der damit verbundenen Produktionssicherheit weiter fortgeführt werden soll.

Zielsetzung EKT zur Förderung
erneuerbarer Energien

Aus den im Energiegesetz (EnG, Art. 1, Abs. 3) gesteckten Zielen zur Erhöhung der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien in der Schweiz, resultiert für den Kanton Thurgau eine Zielvorgabe von 140 GWh Strom. Für die EKT bedeutet dies, dass die Investitionen in erneuerbare Energien deutlich erhöht werden sollen. Sie will in den nächsten 20 Jahren über 300 Millionen Franken in neue Energieerzeugungsanlagen in der Schweiz investieren⁵⁰⁾. Die gezielte Investition in erneuerbare Energien fokussiert auf Projekte mit Biomasse (Holzwärme und Biogas) und auf Anlagen für die Nutzung der tiefen Geothermie.

Axpo: Ausbau der erneuerbaren
Energien

Auch der Axpo Konzern formuliert Ziele zur Erhöhung der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien. Bis zum Jahr 2030 will der Konzern drei Milliarden Franken in die Förderung erneuerbarer Energien investieren.⁵¹⁾

50) Medienmitteilung – EKT lanciert Thurgauer Naturstrom (2012):
http://www.ekt-energie.ch/contento/LinkClick.aspx?link=media%2Fdok%2FMedienmitteilung_23042012.pdf&tabid=73&mid=396

51) Axpo – Förderung erneuerbarer Energien:
http://www.axpo.ch/axpo/de/home/wissen/axpo_energiepolitik/foerderung_erneuerbarenenergien.html

3.8 Fazit

Aus den oben beschriebenen Grundlagen werden als erstes Fazit die kantonalen Stärken und Schwächen sowie externe Chancen und Risiken abgeleitet. Diese SWOT-Analyse⁵²⁾ beschreibt den aktuellen Zustand und dient als Grundlage für die Strategieentwicklung. Die Analyse zeigt Faktoren auf, welche die Umsetzung einer Strategie für eine kernenergiefreie Stromversorgung im Kanton Thurgau beeinflussen, sie geht aber *nicht* auf die Folgen einer Strategie ein.

Die Voraussetzungen im Kanton Thurgau zeigen die folgenden Stärken und Schwächen bezüglich dem politischen Umfeld, den Strukturen der Energieversorgung und den Potenzialen erneuerbarer Energien:

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> • Fortschrittliche Gesetzgebung und Konzepte in der kantonalen Energiepolitik • Effizienzpotenziale noch längst nicht ausgeschöpft • Bedeutende Potenziale für Strom aus den neuen erneuerbaren Energien • Ein kantonales EVU auf das der Kanton Einfluss nehmen kann • Kleinräumige Endversorgung • Fortschrittliche Akteure • Klare politische Bekenntnisse für Energieeffizienz und erneuerbare Energien 	<ul style="list-style-type: none"> • Deutlicher Anstieg der Stromnachfrage, bisherige Zielsetzungen nicht erreicht • Kein Potenzial für Grosswasserkraftwerke • Vollständige Versorgung mit im Kanton Thurgau produziertem Strom aus EE ist auch nach Ausschöpfung der Effizienzpotenziale nur sehr schwer möglich • Kleinräumige Endversorgung durch rund 100 Unternehmen

SWOT-Analyse im Hinblick auf eine kernenergiefreie Stromversorgung im Kanton Thurgau

Tabelle 1:
Kantonale Stärken und Schwächen im Hinblick auf eine kernenergiefreie Stromversorgung

Die kleinräumige Endversorgung kann sowohl Stärke als auch Schwäche sein: Einerseits ermöglichen die Gemeindewerke ein kommunales Engagement für die Stromversorgung mit erneuerbaren Energien und den Ausbau von dezentralen Stromproduktionsanlagen. Andererseits erschwert die grosse Zahl der Energieversorgungsunternehmen ein koordiniertes Vorgehen.

Aufgrund von politischen und wirtschaftlichen Entwicklungen im Umfeld des Kantons ergeben sich die nachfolgend aufgeführten Chancen und Risiken, welche die Umsetzung einer Strategie für einen kernenergiefreien Strommix fördern oder hemmen können. Auch hier können einige Entwicklungen sowohl Chance als auch Risiko sein und sind deshalb auf beiden Seiten aufgeführt.

52) SWOT bezeichnet die Analyse von **S**trengths (Stärken), **W**eaknesses (Schwächen), **O**pportunities (Chancen) und **T**hreats (Risiken)

Tabelle 2:
Externe Chancen und Risiken für
eine atomenergiefreie
Stromversorgung

Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> • Nationale Aktivitäten zum Atomenergieausstieg im Rahmen der Energiestrategie 2050, umfassendes Massnahmenpaket • Strommarktöffnung (Erschliessung neuer Märkte und Kundinnen und Kunden) • Steigende Strompreise können erhöhte Anreize für Energieeffizienz setzen • Sinkende Kosten für Stromproduktion aus erneuerbaren Energien • Technische Entwicklungen verbessern die Möglichkeiten zur Stromproduktion und -speicherung (z.B. Smart Metering) • Negative wirtschaftliche Entwicklung kann Bereitschaft für den Ausbau der dezentralen Stromproduktion zur Stärkung der regionalen Wirtschaft erhöhen • Kleinräumiger Kanton mit kurzen administrativen Wegen und teilweise informeller Arbeitsweise zwischen Verwaltung und Zielgruppen • Kleiner Kanton mit schneller Umsetzung der nationalen Vorgaben inkl. Vorreiterrolle und Pilotprojekte • Steigendes gesellschaftliches und politisches Interesse an erneuerbaren Energien • Kanton als Miteigentümer der Axpo: Stromproduzent mit hohem Wasserkraftanteil am Grundstrommix und Zielen zu signifikantem Ausbau der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien 	<ul style="list-style-type: none"> • Unklare Entwicklungen bezüglich nationaler Energiestrategie 2050 • Strommarktöffnung und damit verbundene Unsicherheit über das Verhalten der Endkonsumenten • Steigende Strompreise durch Investitionsbedarf bei Netzen etc. können Bereitschaft für Investitionen in erneuerbare Energien beeinträchtigen • Entwicklung von technischen Möglichkeiten und Kosten bei einigen Technologien zur Stromproduktion und -speicherung noch unklar • Negative wirtschaftliche Entwicklung kann Aufmerksamkeit von Politik und Wirtschaft bezüglich der Energiewende beeinträchtigen • Konkurrenzen bei der Nutzung der kantonalen und nationalen Potenziale, fehlende Akzeptanz (gesellschaftliche und ökologische Gründe) • Vertragliche Bindung an Axpo

4 Zielformulierung

4.1 Kontext: Energiesystem

Die Ziele zur Entwicklung der Stromnachfrage und zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen sind im Kontext des gesamten Energiesystems festzulegen. Die Stromversorgung ist sehr eng mit den übrigen Energieträgern verbunden. Werden die Verbindungen der Stromnachfrage mit dem gesamten Energiesystem nicht im Auge behalten, besteht die Gefahr, Teilziele zur Stromversorgung zu formulieren, die übergeordneten Effizienz- und Nachhaltigkeitszielen zuwiderlaufen.

Strom als Teil des Energiesystems

Bei der Betrachtung des gesamten Energiesystems wird generell unterschieden zwischen Primär- und Sekundärenergieträgern. Wasserkraft, Nuklearenergie, Rohöl und Rohgas sind die wichtigsten Primärenergieträger der Schweiz. Sie werden umgewandelt in Sekundärenergieträger: Strom sowie Brenn- und Treibstoffe (Heizöl, Erdgas, Benzin, Diesel, Kerosin).

Primär- und Sekundärenergieträger

Strom nimmt unter den Energieträgern eine herausragende Stellung ein, und hat markante Stärken und Schwächen: Aus jedem Primärenergieträger kann man Strom herstellen. Strom lässt sich mit einem sehr hohen Wirkungsgrad in Licht (LED) oder Bewegung (Elektromotor) umwandeln. Ein Nachteil von Strom ist aber, dass er sich nur sehr schlecht speichern lässt. Zwar gibt es Batterien, aber das Volumen, das Gewicht und die Kosten sind pro gespeicherte Energieeinheit mindestens um einen Faktor 100 höher als bei anderen Energiespeichern (wie Heizöl- oder Erdgastanks). Strom muss deshalb zur Speicherung in andere Energieformen umgewandelt werden (zum Beispiel Pumpspeicherkraftwerke). Beim Stromtransport zum Speicher, einer allfälliger Umtransformierung sowie bei der Umwandlung müssen Verluste in Kauf genommen werden.

Stärken und Schwächen der Elektrizität

Strom ist heute das Rückgrat unseres Energiesystems. In Zukunft wird seine Bedeutung steigen und eine Abstimmung zwischen den verschiedenen Energieträgern noch wichtiger: Die zunehmende Nutzung von Sonnen- und Windenergie machen die Stromerzeugung volatiler. Für eine Stabilisierung des Stromnetzes sind die Speicherfähigkeiten anderer Energieträger zu nutzen und neue Technologien voranzutreiben (vgl. Speichertechnologien, Anhang A7).

Strom als Rückgrat – in Zukunft noch viel mehr

Eine grosse Herausforderung der zukünftigen Stromversorgung besteht darin, Nachfrage und Angebot aufeinander abzustimmen. Die Planung der Stromproduktion wird aufgrund der volatilen Erzeugung schwieriger. Wichtige Entwicklungen für eine verbesserte Abstimmung von Produktion und Nachfrage sind sowohl Smart Technologies (vgl. Exkurs in Kap. 6.2) als auch verbesserte Modelle für die Prognose der Stromproduktion. Für eine

Angebot und Nachfrage aufeinander abstimmen

Entlastung der Netze braucht es eine Abstimmung bereits auf dezentraler Ebene.

Wechselwirkungen zwischen Strom und anderen Energien

Für die Entwicklung der Stromnachfrage und -speicherung sind speziell die folgenden Zusammenhänge relevant:

- Der Ersatz von Verbrennungsmotoren durch *Elektroantriebe* erlaubt, eine höhere Energieeffizienz zu erreichen, auch in einer Lebenszyklus-Betrachtung. Die Vorteile sind bei kleineren Fahrzeugen am grössten. Damit lässt sich die Abhängigkeit von fossilen Energiequellen reduzieren. Weil Autos im Durchschnitt 23 von 24 Tagesstunden still stehen, können sie vor allem dann aufgeladen werden, wenn günstiger Strom zur Verfügung steht. Die Elektromobilität führt insgesamt zu einer Erhöhung der Stromnachfrage, bietet aber neue Möglichkeiten, Stromproduktion und -nachfrage aufeinander abzustimmen.
- Der Ersatz von fossilen Brennstoffen durch *Wärmepumpenheizungen* lohnt sich ebenso, aus einer gesamtheitlichen Sicht. Wärmepumpenheizungen führen insgesamt zu einer Substitution unter den Energieträgern und damit zu einer Erhöhung der Stromnachfrage. In Kombination mit Wärmespeichern bieten Wärmepumpen jedoch ebenfalls Möglichkeiten, die Stromnachfrage auf Produktionsspitzen auszurichten.
- *Biogasanlagen* werden heute hauptsächlich zur Stromproduktion eingesetzt, weil die KEV-Förderung dies zur attraktivsten Option macht. Die Förderung differenziert dabei (noch) nicht nach dem Belastungszustand des Stromnetzes. In Zukunft könnte das Gasspeicherpotenzial von Biogasanlagen gezielt genutzt werden, um Strom dann zu produzieren, wenn er benötigt wird. Dazu könnten auch zusätzliche Speicher gebaut werden.
- Auch *WKK-Anlagen* bzw. Blockheizkraftwerke lassen sich sowohl wärme- als auch stromgeführt betreiben. Dies beeinflusst die Gesamteffizienz und die Wirtschaftlichkeit der Anlage. Der Wirkungsgrad kann bei stromgeführten Betrieb erhöht werden, wenn die Anlagen eingebunden sind in ein Gesamtenergiekonzept mit Wärmespeichern.
- Die Nutzung der in Gebäuden und Warmwasserspeichern enthaltene *Wärme* zur Nachfrageflexibilisierung (auch demand side management genannt) erlaubt es, Strom dann zu verwenden, wenn er billig verfügbar ist. Die Kapazität der Wärmepumpen und der Speicher muss dazu aber höher ausgelegt werden. Dies führt zu betriebswirtschaftlichen Trade-Offs: Ob sich der grössere Boiler lohnt, hängt davon ab, wie stark in Zukunft die Strompreise in Abhängigkeit der Stromnachfrage differenziert werden.

Zielpfad Stromnachfrage abhängig vom gesamten Energiesystem

Aufgrund der verschiedenen Wechselwirkungen zwischen Strom und anderen Energieträgern kann der Zielpfad zur Entwicklung der Stromnachfrage nur sinnvoll gebildet werden, wenn vorher die Entwicklungen zur Elektromobilität und zum Einsatz von Wärmepumpenheizungen festgelegt werden. Bei Potenzialbetrachtungen ist auf die Trade-offs zwischen Strom- und

Wärmeproduktion namentlich bei WKK-Anlagen sowie Biogasanlagen (sowie zwischen Solarthermie und Photovoltaik) zu achten.

Auf Ebene des gesamten Energiesystems werden die Szenarien der nationalen Energiestrategie 2050 als Basis verwendet. Diesen liegt eine koordinierte Gesamtbetrachtung des Energiesystems zugrunde, die so implizit als Randbedingungen übernommen werden. Auf dieser Basis ist es möglich, einen Zielpfad zur Stromnachfrage für den Kanton Thurgau abzuleiten.

Basis Energiestrategie 2050

4.2 Szenarien zur Stromnachfrage

4.2.1 Nationale Entwicklung

Für die Abschätzung der künftigen Stromnachfrage im Kanton Thurgau wird auf die schweizerischen Energieperspektiven 2050 (Prognos 2012) abgestellt. Diese umfassen drei Szenarien: „Weiter wie bisher“ (WWB), „Politisches Massnahmenpaket“ (POM) und „Neue Energiepolitik“ (NEP) (siehe Steckbriefe der Szenarien Anhang A5). In den nachfolgenden Graphiken werden die Endenergie- und Stromnachfrage für die drei Szenarien aufgezeigt.

Schweizerische Energieperspektiven 2050 als Grundlage kantonalen Szenarien zur Stromnachfrage

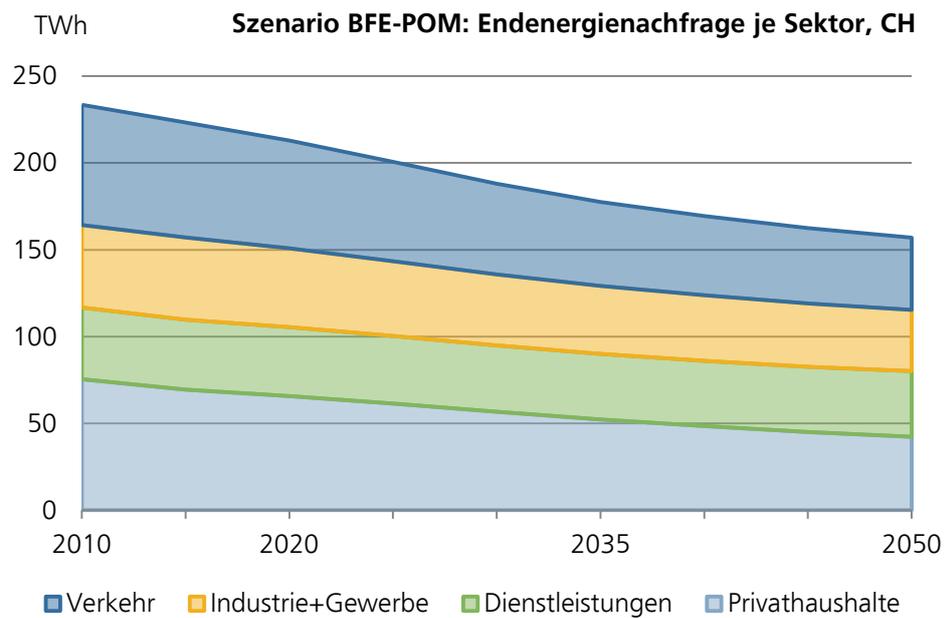
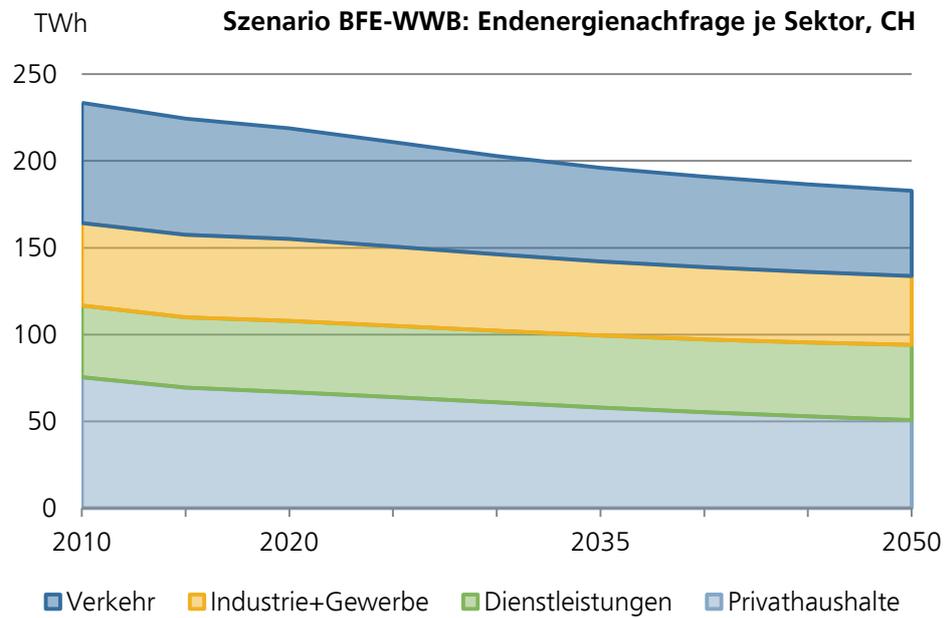
Den Energieperspektiven liegt die Bevölkerungsentwicklung nach dem mittleren Demographieszenario des Bundesamts für Statistik von 2010 zugrunde (BFS 2010). Danach steigt die ständige Wohnbevölkerung bis zum Jahr 2050 auf rund 9 Mio. an (+25% gegenüber 2000). Die Zahl der Haushalte in der Schweiz erhöht sich zwischen 2000 und 2050 um 1.2 Mio. (+39%).

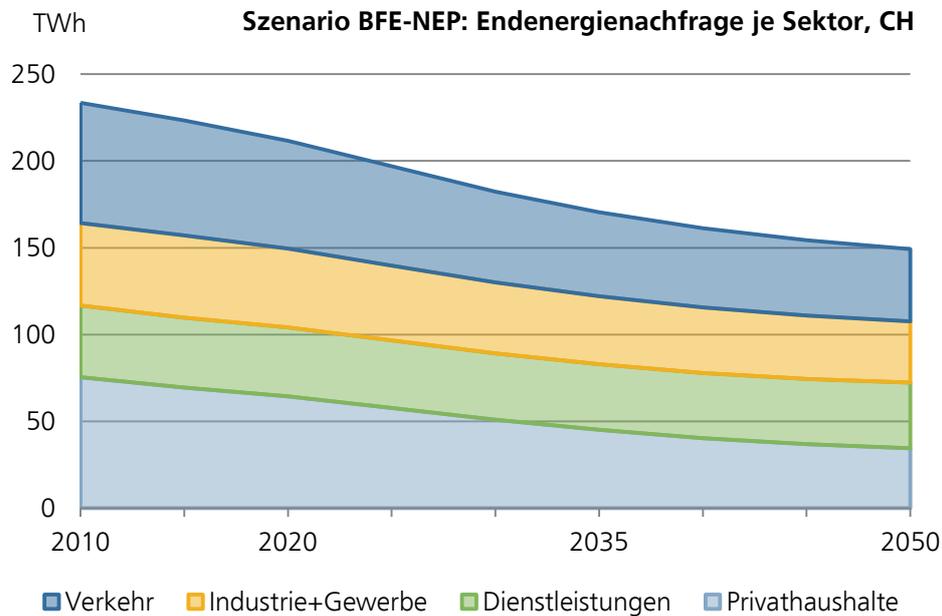
Annahmen Bevölkerungsentwicklung

Die Annahmen zum Wachstum des Bruttoinlandproduktes (BIP) basieren auf dem aktuellen SECO-Szenario (SECO 2011). Demnach steigt das BIP real im Zeitraum von 2000 bis 2050 um rund 70%. Das „gemittelte mittlere“ Wachstum über den Zeitraum 2000 bis 2050 beläuft sich auf 1.1% pro Jahr. Das reale BIP pro Kopf erhöht sich von knapp 64'000 Franken im Jahr 2000 auf gut 89'000 Franken im Jahr 2050 (+38%). Die Zuwachsrate des Pro-Kopf-Einkommens liegt mit durchschnittlich 0.6% pro Jahr unter der BIP-Zuwachsrate von 1.1% pro Jahr.

Annahmen wirtschaftliche Entwicklung

Abbildung 11:
Entwicklung der gesamten
Endenergienachfrage in der
Schweiz





Quelle: Eigene Darstellungen basierend auf Prognos (2012)

Wie in Abbildung 11 ersichtlich, soll trotz Bevölkerungswachstum die Endenergienachfrage ab 2020 für alle Verbrauchersektoren abnehmen (Privathaushalte, Verkehr, Industrie+Gewerbe, Dienstleistungen).

Endenergienachfrage sinkt in allen Sektoren

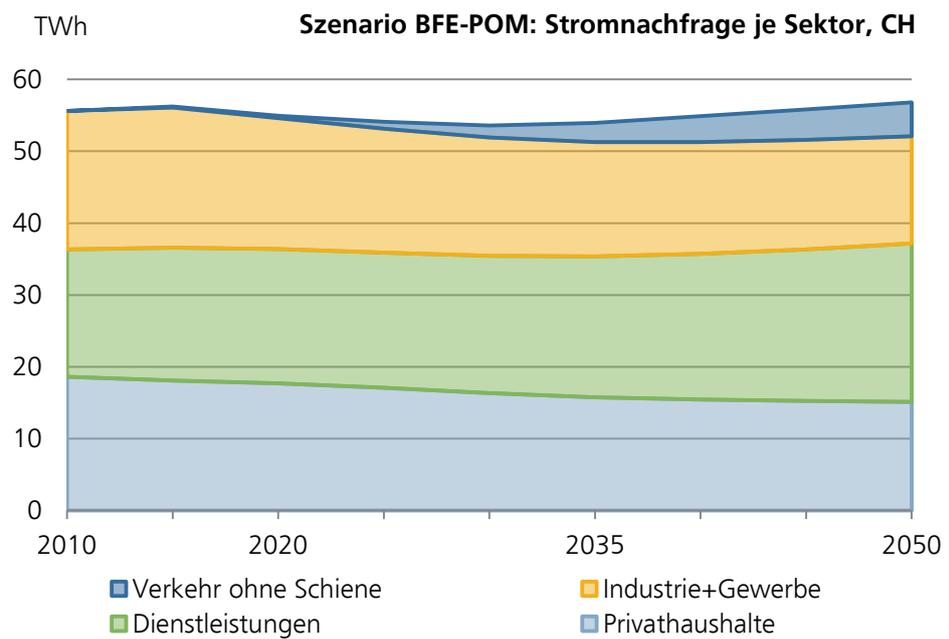
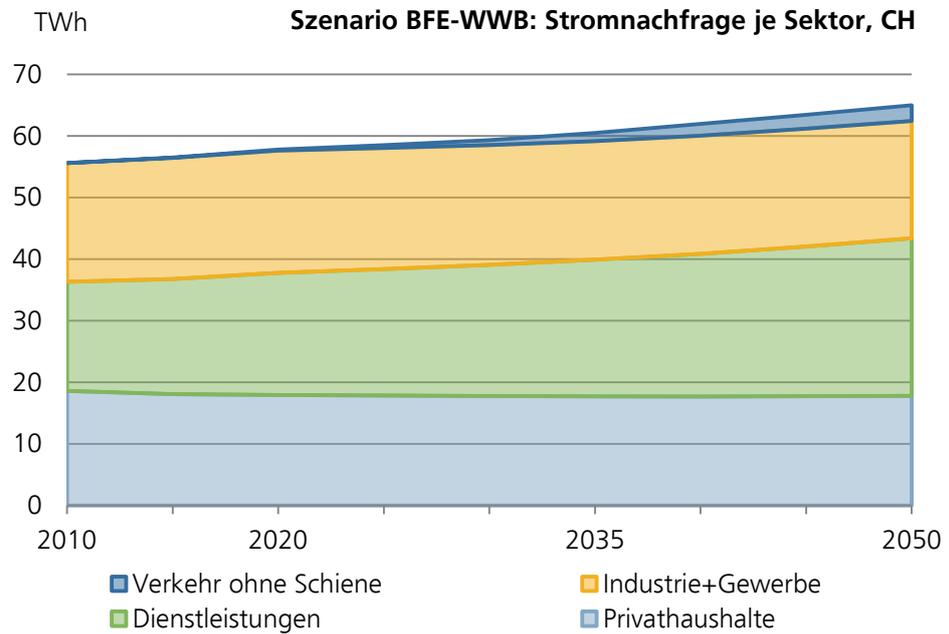
Abbildung 12 zeigt, dass im WWB-Szenario der Stromverbrauch zunimmt, auch wenn der Energiebedarf abnimmt. Auch im POM-Szenario ist eine leichte Zunahme des Stromverbrauchs bis 2050 zu erwarten. Diese Zusammenhänge (Elektromobilität, Wärmepumpenheizungen) sind im voranstehenden Kapitel erläutert.

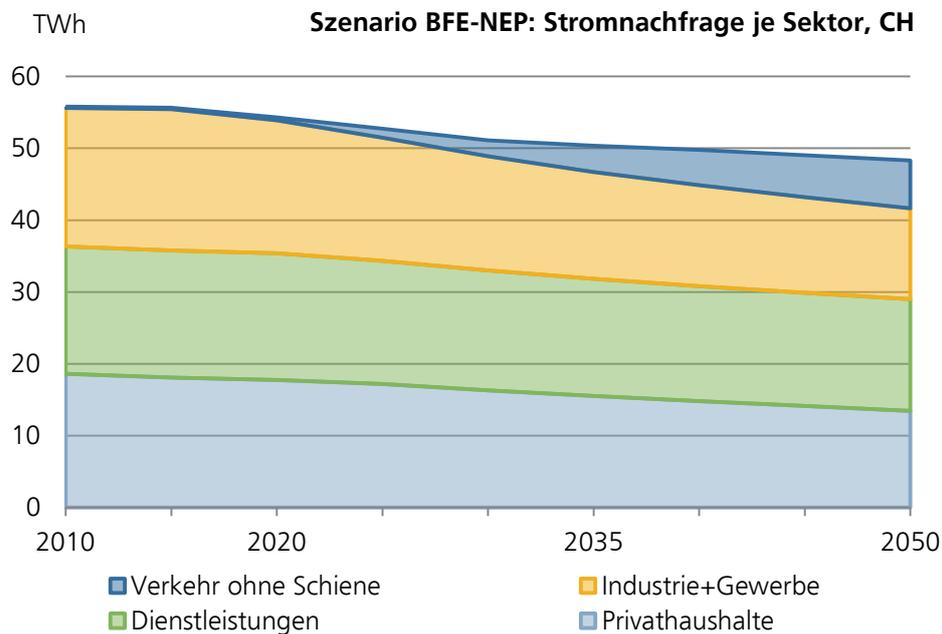
Stromnachfrage nimmt in 2 Szenarien zu und nur im „Neue Energiepolitik“-Szenario ab

Zu betonen ist jedoch, dass in der Pro-Kopf-Betrachtung die Stromnachfrage bereits im WWB-Szenario ab 2020 sinken wird. Im NEP-Szenario würde sogar eine noch stärkere Reduktion erfolgen.

Stromnachfrage pro Kopf sinkt in allen Szenarien

Abbildung 12:
Entwicklung der Stromnachfrage
in der Schweiz





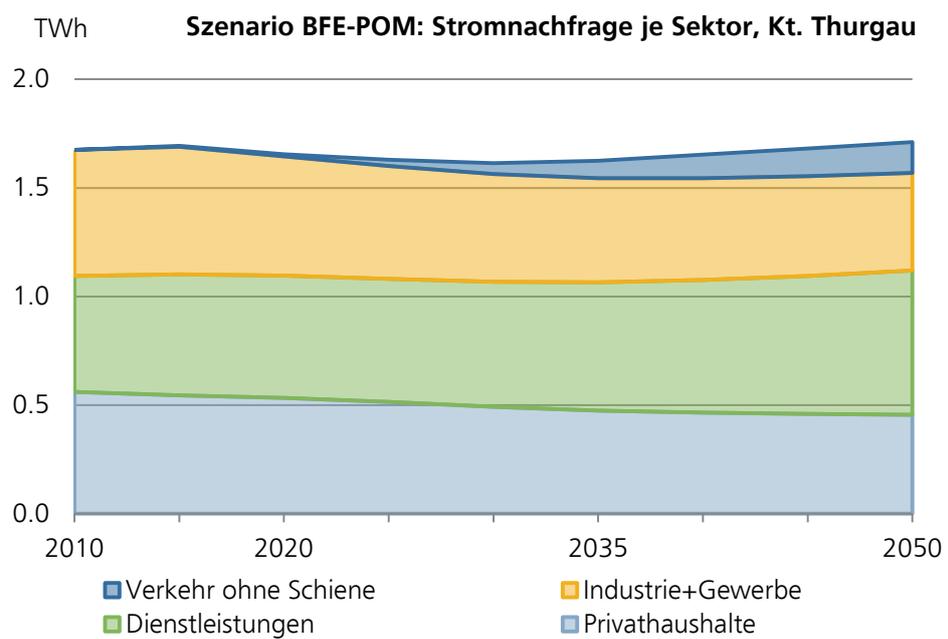
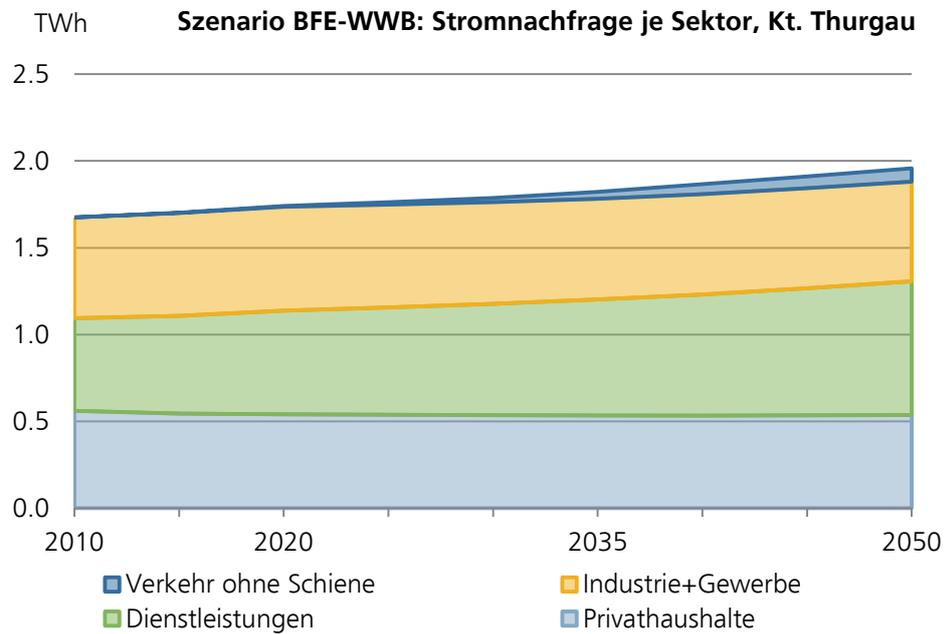
Quelle: Eigene Darstellungen basierend auf Prognos (2012)

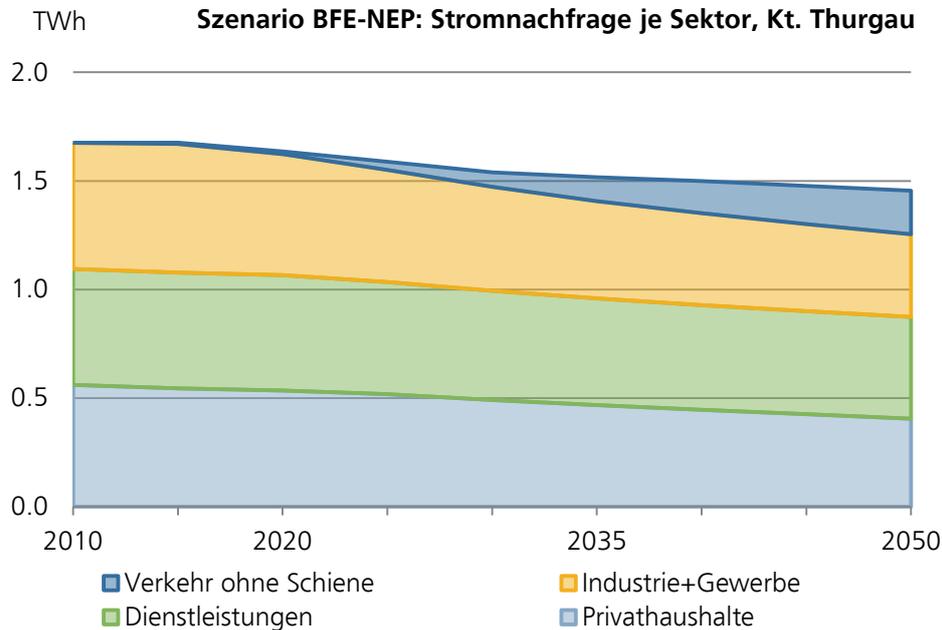
4.2.2 Entwicklung im Kanton Thurgau

Aus den nationalen Szenarien wird die mögliche Entwicklung der Stromnachfrage im Kanton Thurgau abgeleitet (Abbildung 13). Die Umrechnung erfolgt auf der Basis der ständigen Wohnbevölkerung per Ende 2011. Ausgehend von der heutigen Nachfrage von rund 1'700 GWh pro Jahr ist bei einer Fortführung der bisherigen nationalen Politik (Szenario BFE-WWB) von einem deutlichen Anstieg bis 2050 auszugehen. In den anderen beiden Szenarien wird von einer Stabilisierung (Szenario BFE-POM) bzw. von einer Reduktion (Szenario BFE-NEP) der Stromnachfrage ausgegangen.

Aus nationalen Szenarien abgeleitete Entwicklung der kantonalen Stromnachfrage

Abbildung 13:
Abgeleitete Entwicklung der
Stromnachfrage im Kanton
Thurgau





Die Szenarien bilden mögliche Entwicklungen der Stromnachfrage ab. Sie basieren auf Annahmen zu Entwicklungen von sozio-ökonomischen und technischen Rahmenbedingungen sowie zu politischen Massnahmen auf Bundesebene. In diesem Sinne sind die oben dargestellten Entwicklungen mit einigen Unsicherheiten verbunden und nicht als Prognose zu verstehen. Sie bilden jedoch eine gute Grundlage für die Definition von Zielen zur Stromnachfrage.

Szenarien als Grundlage für die Zieldefinition

4.3 Ziele Stromnachfrage

Ein wichtiges Element der Strategie für einen atomfreien Strommix ist die Energieeffizienz. Der Beitrag von Effizienzmassnahmen wird über die Ziele zur Stromnachfrage festgelegt.

Ziele zu Energieeffizienz

Im Energiekonzept aus dem Jahr 2007 formuliert der Kanton Thurgau eine 2000-Watt-Gesellschaft als langfristiges Ziel, das im Zeitraum 2050-2080 erreicht werden soll. Zudem werden als Zwischenschritt konkrete Ziele für das Jahr 2015 gesetzt. Der Stromverbrauch soll bis 2015 gegenüber dem Jahr 2000 um weniger als 5% zunehmen (DIV 2011b). Gemäss den aktuellen Entwicklungen wird dieses Ziel nicht erreicht, der Stromverbrauch lag im Jahr 2010 mit 1'675 GWh/a schon deutlich über den für das Jahr 2015 angestrebten 1'555 GWh/a (vgl. Kapitel 3.2).

Energiekonzept gibt 2000-Watt-Gesellschaft als langfristiges Ziel und Zwischenziele bis 2015 vor

Ziele Stromnachfrage 2050:
Zwei Varianten

Im vorliegenden Grundlagenbericht für ein Konzept für einen kernenergiefreien Strommix werden Ziele für den Zeitraum bis 2050 festgelegt. Dabei werden zwei Strategievarianten mit unterschiedlichen Zielen zur Stromnachfrage hergeleitet:

- In Variante 1 soll die Stromnachfrage bis ins Jahr 2050 stabilisiert werden bei rund 1'700 GWh/a. Bei gleichzeitigem Bevölkerungswachstum⁵³⁾ um rund 15% entspricht dies einer Reduktion des pro Kopf Verbrauchs um 11%. Die Energieeffizienz ist also deutlich zu steigern.
- In Variante 2 soll die Stromnachfrage bis ins Jahr 2050 gegenüber 2010 deutlich reduziert werden. In Anlehnung an das Szenario „Neue Energiepolitik“ wird eine Reduktion um rund 13% auf 1'450 GWh/a angestrebt. Dieses Ziel bedeutet, dass der Verbrauch pro Kopf um 25% zu reduzieren ist. Dieses Effizienzziel ist ambitioniert und verlangt verstärkte Effizienzsteigerungen, insbesondere angesichts von nachfragesteigernden Effekten wie Elektromobilität und Wärmepumpen.

Die Entwicklung der Stromnachfrage mit Zwischenzielen bis 2050 ist in der nachfolgenden Beschreibung der Strategievarianten im Detail ausgeführt (vgl. Kap. 5).

Referenz: Nachfragesteigerung
auf knapp 2'000 GWh bis ins
Jahr 2050

Als Referenz zur Stromnachfrage ohne zusätzliche Massnahmen wird die Entwicklung gemäss dem Szenario „Weiter wie bisher“ unterstellt. Auf den Kanton Thurgau umgerechnet würde dies einen Anstieg der Stromnachfrage bis ins Jahr 2050 auf 1'960 GWh/a bedeuten.

Exkurs:
Bezug zu 2000-Watt
Gesellschaft

Sind diese Ziele zur Stromnachfrage kompatibel mit dem Ziel einer 2000-Watt-Gesellschaft? Diese Frage kann hier nicht abschliessend beantwortet werden, da die Stromnachfrage nur *ein* Element der gesamten Energieversorgung ausmacht (vgl. Kap. 4.1). Gemäss den Ausführungen zu den Energieperspektiven 2050 entspricht Variante 2 weitgehend den Zielen einer 2000 Watt-Gesellschaft. Das Szenario „Neue Energiepolitik“ orientiert sich am Ziel, die energiebedingten CO₂-Emissionen pro Kopf bis zum Jahr 2050 auf 1-1.5 t abzusenken (Prognos 2012). Nicht nur eine reduzierte Stromnachfrage, sondern auch eine veränderte Zusammensetzung des Stromangebots tragen dazu bei, die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft zu erreichen. Der Ersatz der Kernenergie führt generell zu einer Reduktion des Primärenergiebedarfs, da der kumulierte nicht erneuerbare Energiebedarf bei Kernenergie im Vergleich mit anderen Energieträgern am höchsten ist (ESU-services/PSI 2012). Ob aber die pro Person benötigte Leistung insgesamt auf 2000 Watt gesenkt werden kann, ist in einer Gesamtbetrachtung des Energiesystems unter Einbezug des Energiebedarfs für Mobilität und Wärme sowie der grauen Energie zu beurteilen.

53) Das Bevölkerungswachstum von 15% im Zeitraum von 2010 bis 2050 wird aus den Energieperspektiven des Bundes (Prognos 2012) übernommen.

4.4 Ziele Stromangebot

Das zweite zentrale Element der Strategie für einen atomfreien Strommix bestimmt, wie die Stromnachfrage gedeckt werden soll. Die Ziele zum Stromangebot orientieren sich an den folgenden übergeordneten Zielen, die in der bisherigen politischen Diskussion genannt und von der Arbeitsgruppe bestätigt wurden:

Übergeordnete
volkswirtschaftliche und
ökologische Ziele

- Die Versorgungssicherheit ist sicherzustellen.
- Die Wertschöpfung der Stromproduktion soll soweit als möglich im Kanton realisiert werden.
- Die Stromkosten sollen marktverträglich bleiben.
- Die Umweltverträglichkeit ist beim Bau von Anlagen zur Stromproduktion sicherzustellen.
- Die Investitionen in Energieinfrastrukturanlagen sollen nicht allein von der öffentlichen Hand bzw. von der EKT und den kommunalen Energieversorgungsunternehmen getätigt werden. Es sind Voraussetzungen und Rahmenbedingungen zu schaffen, welche Anreize setzen damit sich Private und Firmen beteiligen.

Diese Ziele stehen zum Teil in Konflikt zueinander und es braucht eine Interessensabwägung. Die Strategievarianten zeigen mögliche Wege mit einer unterschiedlichen Gewichtung dieser Ziele auf. Welcher Weg schliesslich gewählt werden soll und wie stark somit die einzelnen Ziele gewichtet werden, ist im politischen Prozess zu entscheiden.

Zielkonflikte bedingen
Interessensabwägung

Weiter folgen die Ziele zum Stromangebot den folgenden Grundsätzen, die in der Arbeitsgruppe diskutiert und vom Lenkungsausschuss festgelegt wurden:

Grundsätze zum Stromangebot

1. Das Ziel ist der vollständige Ersatz der Kernenergie. Der Ersatz soll schrittweise nach einem Fahrplan erfolgen. Für ausserordentliche Ereignisse soll festgelegt werden, in welcher Priorität die einzelnen Stromqualitäten zugekauft werden sollen.
2. Der Ausstieg aus der Atomenergie soll in erster Linie durch den Ausbau der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien erreicht werden.
3. Fossile Stromerzeugung über wärmegeführte BHKW (kleine und mittlere Anlagen) soll möglich sein. Die CO₂-Emissionen aus der fossilen Stromerzeugung sollen analog zu den Regelungen auf nationaler Ebene kompensiert werden.
4. Beteiligungen an Anlagen in der übrigen Schweiz oder im Ausland sind als Option zu berücksichtigen.
5. Der Kauf von Zertifikaten soll gegenüber der Eigenproduktion von untergeordneter Bedeutung sein, wird aber nicht ausgeschlossen.⁵⁴⁾

54) Die Möglichkeit, einen Teil der Nachfrage durch „Graustrom“ in Kombination mit Zertifikaten gedeckt, wird von der Mehrheit der Arbeitsgruppe nicht unterstützt.

Aus diesen Grundsätzen ergeben sich die folgenden Möglichkeiten zum Stromangebot, die in den beiden Strategievarianten unterschiedlich gewichtet werden (vgl. Kap. 5):

- **Atomenergie:** Die heutigen Bezüge werden schrittweise reduziert.
- **Erneuerbare Energien, Stromproduktion im Kanton Thurgau:** Anlagen zur Stromproduktion aus erneuerbaren Energien (Photovoltaik, Biomasse, Wasserkraft, Wind, Geothermie) werden im Kanton Thurgau gebaut. Investitionen in diese Anlagen werden durch die öffentliche Hand und/oder Unternehmen, Privatpersonen getätigt.
- **Erneuerbare Energien, Beteiligungen an Anlagen in der übrigen Schweiz und im Ausland:** Durch Investitionen in Anlagen zur Stromproduktion ausserhalb des Kantons Thurgau werden die Rechte für den Bezug von Strom aus erneuerbaren Energien über einen langen Zeitraum gesichert. Investitionen werden durch die öffentliche Hand und/oder Unternehmen, Privatpersonen getätigt. Der Betrieb der Anlagen kann durch die Investoren erfolgen oder an andere Unternehmen bzw. eine Betriebsgesellschaft ausgelagert werden. Die heute von der Axpo bezogene Strommenge aus Wasserkraft wird angerechnet.⁵⁵⁾
- **Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) mit nicht erneuerbaren Energien:** In dezentralen WKK-Anlagen (vgl. Anhang A6) wird Strom aus Erdgas und anderen fossilen Energieträgern produziert. Die Abwärme der Stromproduktion soll vollumfänglich gemäss den geltenden kantonalen Vorgaben genutzt werden. WKK-Anlagen sollen in erster Linie zum Ausgleich von saisonalen Schwankungen der Sonnenenergie eingesetzt werden.
- **Kauf von Zertifikaten für erneuerbaren Strom:** Bei dieser Möglichkeit ist zu unterscheiden zwischen dem physischen Strombezug und dem ökologischen Mehrwert:
 - Physischer Strombezug: Der Strom wird über den (internationalen) Strommarkt beschafft, d.h. es handelt sich um Importe von sogenanntem Graustrom aus der übrigen Schweiz oder aus dem Ausland.
 - Ökologischer Mehrwert: Der Kauf von Zertifikaten (Herkunftsnachweisen)⁵⁶⁾ im gleichen Umfang wie der physische Strombezug garantiert, dass die entsprechende Strommenge aus erneuerbaren Energien produziert wurde.

Im Unterschied zu den Beteiligungen wird hier nicht in neue Produktionsanlagen investiert. Somit werden auch keine langfristigen Bezugsrechte gesichert.

Zertifikate spielen bereits heute eine wichtige Rolle im Strommarkt und der Lenkungsausschuss erachtet einen vollständigen Ausschluss dieser Möglichkeit als nicht gerechtfertigt. Eigenen Investitionen (im Kanton und ausserhalb) soll jedoch eine höhere Bedeutung zugemessen werden als den Zertifikaten.

55) Langfristig gesichert ist der Bezug von Strom aus Wasserkraft im Umfang von 15% der zu Grundversorgungspreisen gelieferten Energiemenge.

56) Herkunftsnachweise (HKN) sind Stromzertifikate, die garantieren, dass eine bestimmte Strommenge von einem bestimmten Energieträger produziert wurde. In der Schweiz ist Swissgrid offiziell als nationale Ausstellerin für schweizerische HKN akkreditiert. Herkunftsnachweise können als EECs-Zertifikate europaweit gehandelt werden (European Energy Certificate System).

5 Strategievarianten

5.1 Eckwerte der Strategievarianten

Die Strategievarianten orientieren sich an bestehenden energie- und klimapolitischen Rahmenbedingungen des Kantons Thurgau (vgl. Kap.3.6) und am übergeordneten Ziel, einen Strommix ohne Atomenergie zu erreichen. Die beiden Varianten zeigen zwei mögliche Wege auf, wie dieses Ziel erreicht werden kann.⁵⁷⁾

Strategievarianten orientieren sich an übergeordneten Zielen

Die Strategievarianten unterscheiden sich darin, wie stark die verschiedenen strategischen Ziele bezüglich Stromnachfrage und -angebot (Kap. 4.3, 4.4) gewichtet werden:

Schwerpunkte der beiden Strategievarianten

- In Variante 1 wird der Schwerpunkt darauf gelegt, die Auswirkungen auf die Strompreise möglichst tief zu halten. Der Kanton folgt sowohl bei der Energieeffizienz als auch beim Zeitplan für den Ausstieg aus der Atomenergie der nationalen Energiestrategie und leistet einen aktiven Beitrag dazu, die vorgesehenen kantonalen Massnahmen umzusetzen. Die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien wird primär nach wirtschaftlichen Kriterien ausgebaut und nicht vorrangig im Kanton.
- In Variante 2 wird das Ziel stark gewichtet, die Wertschöpfung der Stromproduktion soweit als möglich im Kanton zu realisieren. Dazu wird die Energieeffizienz deutlich erhöht und die Stromnachfrage wird soweit als möglich durch die Nutzung der erneuerbaren Energien im Kanton gedeckt. Der Ausstieg aus der Kernenergie erfolgt parallel zur nationalen Entwicklung bis 2035.

Die anhand dieser Schwerpunkte hergeleiteten Strategievarianten unterscheiden sich bezüglich der Ziele für die Stromnachfrage (Effizienz) und des Stromangebots (Produktion und Beschaffung). Die beiden Varianten sind anhand der folgenden Eckwerte charakterisiert und werden in den nachfolgenden Kapiteln ausführlich beschrieben. Detaillierte Zahlen sind in Anhang A8 zu finden.

57) Eine dritte Strategievariante wurde von Mitgliedern der Arbeitsgruppe eingebracht (vgl. Kap. 10, gemeinsame Stellungnahme Pro Natura Thurgau, Solarstrom-Pool Thurgau, Energiefachleute Thurgau EFT, WWF Bodensee/Thurgau). Die zentralen Punkte dieser Variante sind ein rascher Ausstieg aus der Kernenergie und eine erhöhte Nutzung der Photovoltaik für die Stromproduktion im Kanton Thurgau. Der Lenkungsausschuss erachtete es jedoch als sinnvoll, den Zeitplan für den Ausstieg aus der Kernenergie mit den nationalen Energieperspektiven abzustimmen. Die dritte Variante wurde deshalb in der Erarbeitung des Grundlagenberichts nicht weiter verfolgt.

Tabelle 3:
Eckwerte der Strategievarianten

	Strategie 1	Strategie 2
Stromnachfrage	Die Stromnachfrage im Kanton Thurgau ist etwa stabil. 2010 bis 2050: +2% (2050: 1'710 GWh/a)	Die Stromnachfrage im Kanton Thurgau wird deutlich reduziert. 2010 bis 2050: -13% (2050: 1'450 GWh/a)
Stromangebot		
Atomenergie	Reduktion analog zur nationalen Entwicklung: Ausstieg bis 2035	Reduktion analog zur nationalen Entwicklung: Ausstieg bis 2035
Erneuerbare: Stromproduktion im Kanton Thurgau	Moderater Ausbau; Jahresproduktion 2050 rund 410 GWh/a	Starker Ausbau, technisch-ökologische Potenziale ⁵⁸⁾ werden weitgehend ausgeschöpft; Jahresproduktion 2050 rund 970 GWh/a
Erneuerbare: Beteiligungen übrige Schweiz und Ausland	Ausbau der Beteiligungen auf rund 1'000 GWh/a bis 2050	Geringer Ausbau der Beteiligungen ab 2030, so dass Lücke zwischen Nachfrage und kantonaler Produktion gedeckt werden kann (2050: 260 GWh/a)
WKK (fossile Energieträger)	Anstieg auf gut 100 GWh/a bis 2030, danach leichter Rückgang (2050: 90 GWh/a)	Ausbau analog zur Entwicklung in der Schweiz gemäss nationaler Energiestrategie, Anstieg auf 300 GWh/a bis 2040, danach leichter Rückgang (2050: 220 GWh/a)
Zertifikate für Strom aus Erneuerbaren	Differenz zwischen Nachfrage und Angebot aus obigen Quellen wird über den internationalen Stromhandel (physischer Bezug) und Zertifikate (ökologischer Mehrwert) gedeckt, Anstieg auf 320 GWh/a bis 2040, danach Rückgang (2050: 210 GWh/a)	Differenz zwischen Nachfrage und Angebot aus obigen Quellen wird über den internationalen Stromhandel (physischer Bezug) und Zertifikate (ökologischer Mehrwert) gedeckt, Anstieg bis 2030 auf 270 GWh/a, danach Rückgang und bis 2050 keine Zertifikate mehr

58) Das technisch-ökologische Potenzial bezeichnet, welche Energieproduktion unter Berücksichtigung der technischen Machbarkeit und der ökologischen Restriktionen gemäss aktueller Gesetzgebung möglich ist.

5.2 Strategievariante 1

In der ersten Strategievariante wird der Ausstieg aus der Atomenergie parallel zur Entwicklung auf nationaler Ebene angestrebt. Der Strom aus Atomenergie wird schrittweise ersetzt, primär durch Strom aus erneuerbaren Energien. Die Ziele für das Jahr 2050 und Zwischenziele in 10-Jahres-Schritten sind in der folgenden Abbildung dargestellt und werden anschliessend erläutert. Die detaillierten Zahlen sind in Anhang A8 zu finden.

Strategievariante 1:
Atomenergieausstieg ab 2035

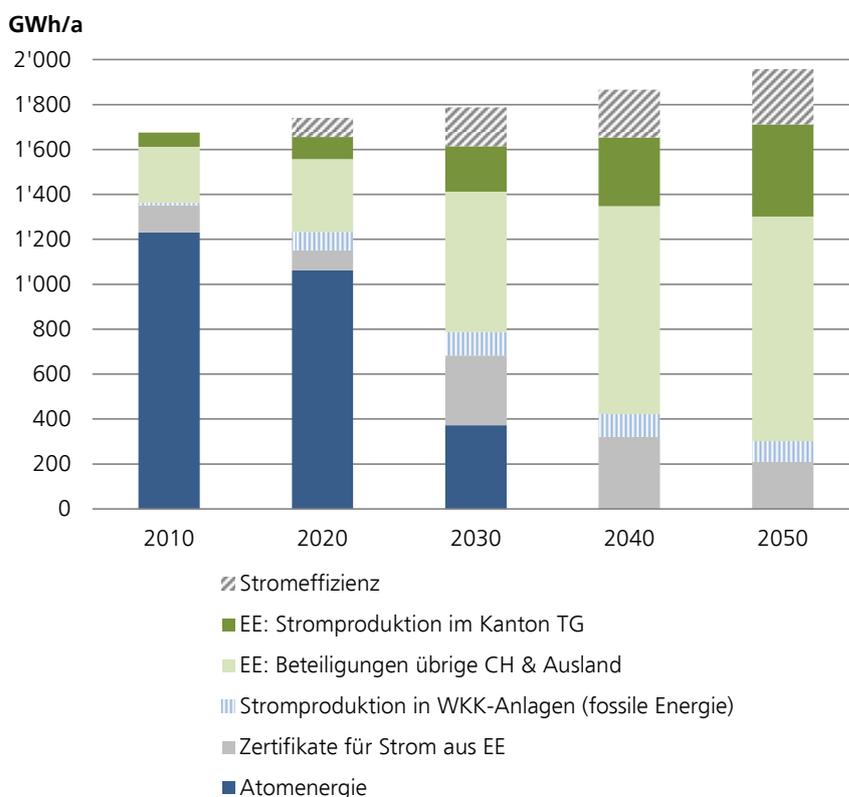


Abbildung 14:
Anteile Stromeffizienz und
Stromherkunft in
Strategievariante 1

Die einzelnen Elemente dieser Strategievariante entwickeln sich wie folgt:

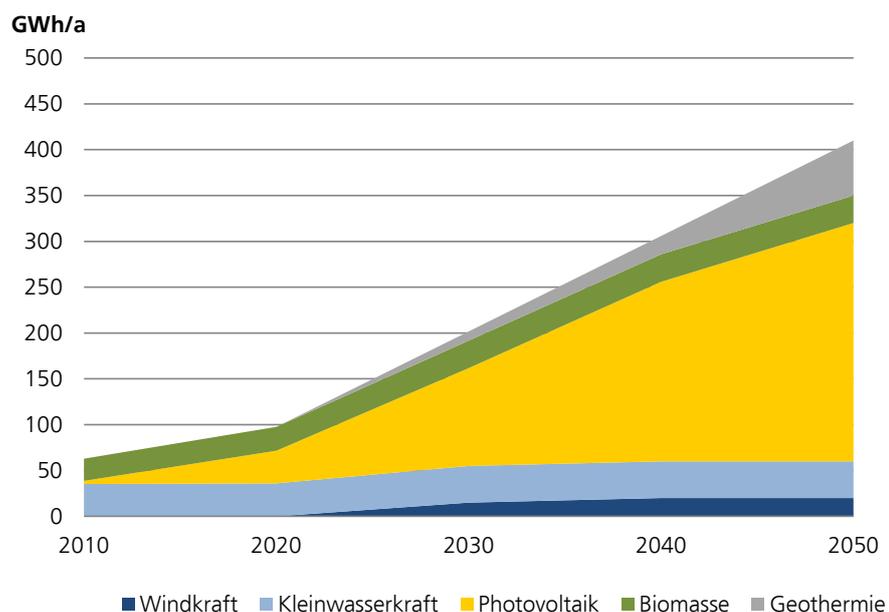
Die einzelnen Elemente der
Strategievariante 1 im Überblick

- **Stromeffizienz:** Die Stromnachfrage soll bis 2050 nur um 2% auf 1'710 GWh/a steigen. Gegenüber der Referenzentwicklung mit einem Verbrauch von 1'960 GWh/a im Jahr 2050 bedeutet dies, dass der Beitrag der Stromeffizienz schrittweise bis auf rund 250 GWh/a erhöht wird.
- **Atomenergie:** Die heutigen Bezüge werden bis zum Ausstieg 2035 schrittweise reduziert. Ein deutlicher Rückgang beginnt ab 2025.
- **Erneuerbare Energien, Stromproduktion im Kanton Thurgau:** Die Potenziale zur Stromproduktion aus erneuerbaren Energien im Kanton werden genutzt, jedoch nicht vollumfänglich. Zum einen wird in dieser Strategievariante von einer konservativen Schätzung der Potenziale ausgegangen (unterer Wert der Bandbreite gemäss Potenzialabschätzungen); zum anderen wird bei der Photovoltaik aufgrund der ungleichmässigen Verteilung über das Jahr und der offenen Fragen be-

zöglich Speicherung nur ein Drittel der gemäss Potenzialanalysen auf geeigneten bestehenden Gebäuden möglichen Stromproduktion angerechnet.

Die Jahresproduktion wird von 63 GWh (2010) auf rund 410 GWh/a (2050) erhöht. Der Zubau bis 2020 erfolgt langsamer als in den folgenden Jahrzehnten, da die Massnahmen des Energiekonzeptes und der nationalen Energiestrategie voraussichtlich erst ab 2015 wirksam werden. Bei der Geothermie erfolgt der Zubau erst ab 2040 im grösseren Umfang.

Abbildung 15:
Entwicklung der erneuerbaren
Stromproduktion im Kanton
Thurgau in Strategievariante 1



Den weitaus grössten Anteil leistet die Sonnenergie mit rund zwei Dritteln der Jahresproduktion aus erneuerbaren Energien im Jahr 2050. Gemessen an der gesamten Stromnachfrage liegt der Anteil bei 15%, so dass die fluktuierende Produktion durch andere Technologien ausgeglichen werden kann.⁵⁹⁾

- **Erneuerbare Energien, Beteiligungen übrige Schweiz und Ausland:** Durch Beteiligungen an Anlagen zur erneuerbaren Stromproduktion werden langfristige Bezugsrechte gesichert. Diese steigen bis ins Jahr 2050 auf 1'000 GWh/a an. Im Vergleich zu den heutigen Bezugsrechten der EKT für Wasserkraftstrom von der Axpo⁶⁰⁾ entspricht dies einer deutlichen Erhöhung. Die Zusammensetzung dieser Beteiligungen

59) Eine Modellierung zum Speicherbedarf zeigt, dass die benötigte Speicherkapazität ab einem Anteil von Wind- und Solarenergie von 35% steil ansteigt. Auf die gesamte Schweiz bezogen könnten die bestehenden und konkret geplanten Pumpspeicherwerke die notwendige Speicherkapazität bei einem 30%igen Anteil von Wind- und Solarenergie bereitstellen. Bereits bei tieferen Anteilen besteht ein Engpass bei der Speicherleistung, um grosse Spitzen aufzunehmen (Linder 2012).

60) Die EKT hat langfristig gesicherte Bezugsrechte für Strom aus Wasserkraft im Umfang von 18% der zu Grundversorgungspreisen gelieferten Energiemenge (bis Ende 2013 sind es noch 25%). Im Jahr 2012 hat die EKT 225 GWh Wasserkraftstrom von der Axpo bezogen. Mit steigender Anzahl von Kunden, die ihren Strom nicht von der EKT beziehen bzw. die von der EKT zu Marktbedingungen beliefert werden, reduziert sich die zu Grundversorgungspreisen gelieferte Energiemenge und somit auch die Strommenge aus Wasserkraft.

nach Technologien sowie nach Produktionsstandorten ist einerseits nach wirtschaftlichen Kriterien festzulegen. Andererseits ist aber auch darauf zu achten, dass Technologien mit regelbarer Produktion (z.B. Biogasanlagen) oder erhöhter Produktion im Winterhalbjahr (z.B. Windkraft) dabei sind, damit die Produktionsschwankungen der Sonnenenergie ausgeglichen werden können.

- **WKK mit nicht erneuerbaren Energien:** Die Stromproduktion aus fossilen Energieträgern in dezentralen WKK-Anlagen wird ausgebaut. Die Entwicklung erfolgt analog zur nationalen Energiestrategie 2050.⁶¹⁾ Die Jahresproduktion steigt bis auf gut 100 GWh/a im Jahr 2030 und geht dann bis 2050 leicht zurück auf 90 GWh/a.
- **Kauf von Zertifikaten für erneuerbaren Strom:** Die Differenz zwischen Nachfrage und Angebot aus obigen Quellen wird über den internationalen Stromhandel (physischer Bezug) und Zertifikate für Strom aus erneuerbaren Energien (Herkunftsnachweise für die entsprechende Energiemenge) gedeckt. Der Anteil der Zertifikate steigt in der Zeit von 2020 bis 2040, damit ein Teil der wegfallenden Produktion aus Atomkraft ersetzt werden bzw. der daraus resultierende Investitionsbedarf abgedeckt werden kann. Bis ins Jahr 2040 steigt der Bezug von Zertifikaten auf 320 GWh/a, danach geht er bis 2050 auf 210 GWh/a zurück.

Zwischenziele bis 2020

Die Umsetzung der Strategie für einen Strommix ohne Atom ist ein langfristiges Vorhaben, das ein schrittweises Vorgehen erfordert. In einem ersten Schritt werden Zwischenziele bis 2020 quantifiziert.

	Veränderung 2010 - 2020	
Stromnachfrage	-20 GWh	-1%
EE: Stromproduktion im Kanton Thurgau	+35 GWh	+55%
EE: Beteiligungen übrige Schweiz & Ausland	+75 GWh	+30%
Stromproduktion in WKK-Anlagen (fossile Energie)	+70 GWh	+650%
Kauf von Zertifikaten für erneuerbaren Strom	-30 GWh	-25%
Atomenergie	-170 GWh	-15%

Tabelle 4:
Zwischenziele 2020
für Strategievariante 1

Mit welchen Massnahmen sollen die hier aufgezeigten Entwicklungen erreicht werden und welche Auswirkungen sind damit verbunden? Antworten auf diese Fragen werden in den nachfolgenden Kapiteln 6 (Massnahmen) und 7 (Beurteilung der Strategievarianten) dargestellt.

Massnahmen pro
Strategievariante und
Auswirkungen in Kapitel 6 und 7

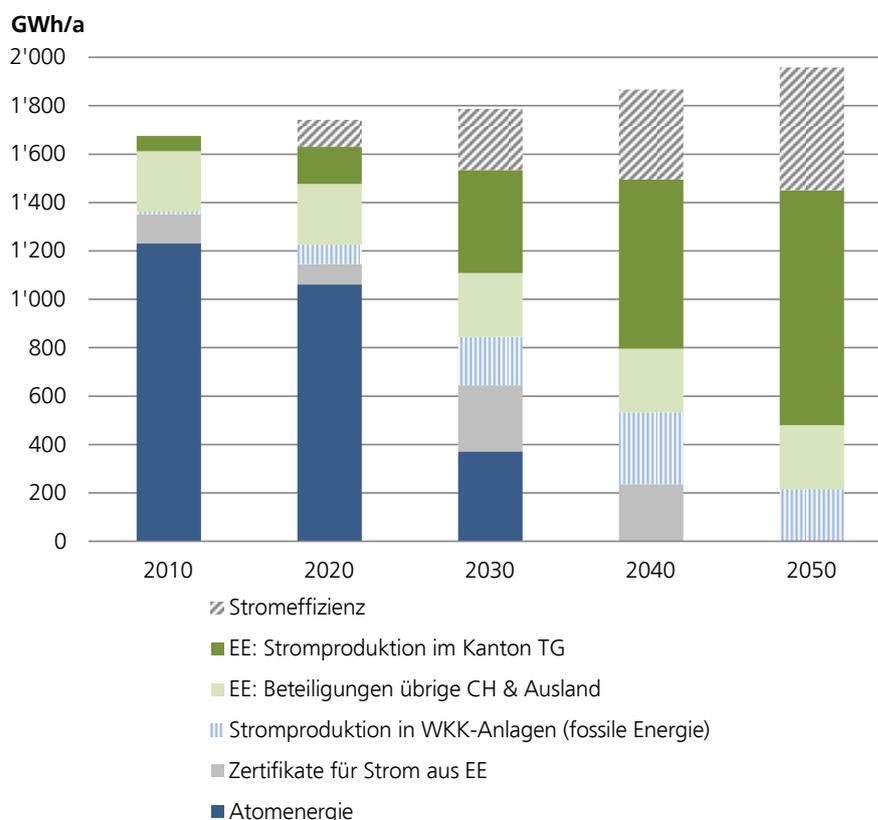
61) Die Energiestrategie 2050 basiert auf dem Szenario „Politisches Massnahmenpaket“, Stromangebotsvariante C&E der Energieperspektiven (Prognos 2012).

5.3 Strategievariante 2

Strategievariante 2:
Atomenergieausstieg ab 2035

Auch in der zweiten Strategievariante wird der Strommix ohne Atom im Kanton Thurgau parallel zur Entwicklung auf nationaler Ebene angestrebt. Hingegen sollen die erneuerbaren Energien im Kanton rascher und in grösserem Umfang genutzt und die Stromeffizienz deutlich verstärkt werden, wie die folgende Abbildung 16 zeigt. Auch hierzu sind die detaillierten Zahlen in Anhang A8 zu finden.

Abbildung 16:
Anteile Stromeffizienz und
Stromherkunft in
Strategievariante 2



Die einzelnen Elemente der
Strategievariante 2 im Überblick

Die einzelnen Elemente dieser Strategievariante entwickeln sich wie folgt:

- **Stromeffizienz:** Die Stromnachfrage soll bis 2050 deutlich reduziert werden auf 1'450 GWh/a (Reduktion um 13% gegenüber 2010). Im Vergleich zur Referenzentwicklung von 1'960 GWh/a bedeutet dies, dass der Beitrag der Stromeffizienz schrittweise bis auf rund 500 GWh/a erhöht wird, d.h. doppelt so stark wie in Strategievariante 1.
- **Atomenergie:** Die heutigen Bezüge werden bis zum Ausstieg 2035 schrittweise reduziert. Ein deutlicher Rückgang beginnt ab 2025.
- **Erneuerbare Energien, Stromproduktion im Kanton Thurgau:** Die nach heutigen Erkenntnissen verfügbaren technisch-ökologischen Potenziale werden ausgeschöpft. Einzig bei der Photovoltaik wird aufgrund der im Jahresverlauf schwankenden Produktion nur ein Drittel der Produktion angerechnet, die bei einer Nutzung der geeigneten Dä-

cher und Fassaden der bestehenden Gebäude und der Neubauten bis 2050 möglich wäre. So wird die Jahresproduktion aus erneuerbaren Energien im Kanton Thurgau bis 2050 auf 970 GWh/a ausgebaut. Der Zubau bis 2020 erfolgt langsamer als in den folgenden Jahrzehnten, da die Massnahmen des Energiekonzeptes und der nationalen Energiestrategie voraussichtlich erst ab 2015 wirksam werden. Trotzdem ist bis 2020 gegenüber 2010 bereits eine Verdopplung der erneuerbaren Stromproduktion im Kanton Thurgau angestrebt. Die Geothermie spielt ab 2040 eine bedeutende Rolle für die Stromversorgung und ihr Anteil ist im Jahr 2050 mit gut einem Drittel fast gleichbedeutend wie derjenige der Photovoltaik.

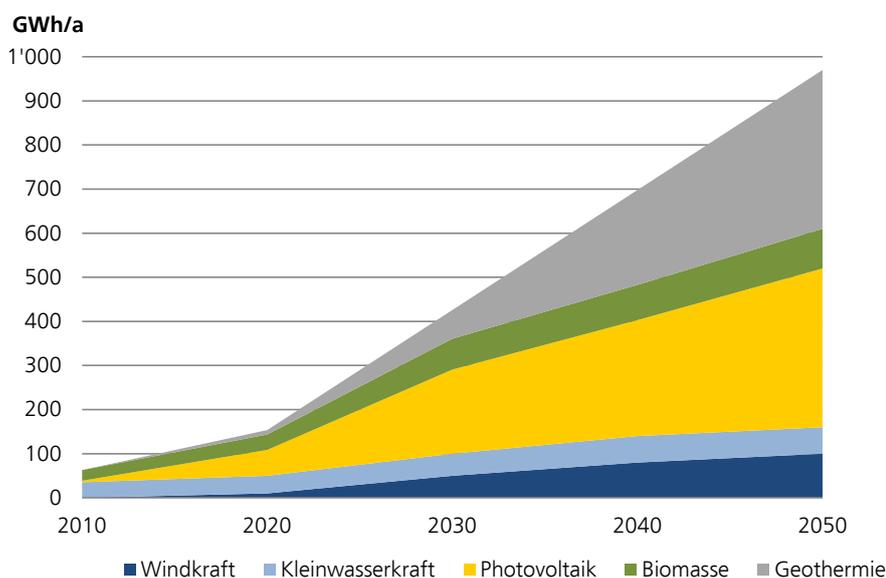


Abbildung 17:
Entwicklung der erneuerbaren
Stromproduktion im Kanton
Thurgau in Strategievariante 2

Gemessen an der gesamten Stromnachfrage liegt der Anteil der Sonnenenergie bei 25%. Speichermöglichkeiten, Netzausbau für den weiträumigen Ausgleich von Stromnachfrage und -produktion sowie nachfrageseitige Steuerungsmöglichkeiten spielen somit eine wichtige Rolle.

- **Erneuerbare Energien, Beteiligungen übrige Schweiz und Ausland:** Die Beteiligungen an Anlagen zur erneuerbaren Stromproduktion sind in dieser Strategievariante nur wenig auszubauen. Bis ins Jahr 2030 sind 260 GWh/a Strom so zu beziehen. Dieser Bedarf bleibt stabil bis ins Jahr 2050. Der Anteil der Beteiligungen liegt dann bei knapp 20% und ist dabei bedeutend tiefer als im Szenario 1 mit fast 45%.
- **WKK nicht erneuerbare Energien:** Die Stromproduktion aus fossilen Energieträgern ist in dieser Strategievariante von Bedeutung, damit Produktionsschwankungen bei den erneuerbaren Energien ausgeglichen werden können. Der höchste Anteil wird im Jahr 2040 mit 15% der Stromnachfrage erreicht (rund 300 GWh/a). Bis 2050 geht die Jahresproduktion auf 220 GWh/a zurück.
- **Kauf von Zertifikaten für erneuerbaren Strom:** Die Differenz zwischen Nachfrage und Angebot aus obigen Quellen wird über den internationalen Stromhandel (physischer Bezug) und Zertifikate für Strom aus erneuerbaren Energien (Herkunftsnachweise für die entsprechende

Energiemenge) gedeckt. Nach einem leichten Rückgang bis 2020 steigt der Bezug von Zertifikaten bis ins Jahr 2030 auf 270 GWh/a. Danach geht er zurück und im Jahr 2050 werden keine Zertifikate mehr benötigt.

Zwischenziele bis 2020

Für den ersten Schritt der Umsetzung gelten die folgenden Zwischenziele bis 2020. Die Massnahmen zur Realisierung dieser Ziele werden in Kapitel 6 erläutert.

Tabelle 5:
Zwischenziele 2020
für Strategie 2

	Veränderung 2010 - 2020	
Stromnachfrage	-45 GWh	-3%
EE: Stromproduktion im Kanton Thurgau	+90 GWh	+145%
EE: Beteiligungen übrige Schweiz & Ausland	- GWh	0%
Stromproduktion in WKK-Anlagen (fossile Energie)	+70 GWh	+640%
Kauf von Zertifikaten für erneuerbaren Strom	-35 GWh	-30%
Atomenergie	-170 GWh	-15%

6 Massnahmen zur Umsetzung der Strategievarianten

6.1 Vorgehen

Damit die in den Strategievarianten festgelegten Ziele erreicht werden können, braucht es Massnahmen, die auf verschiedenen Ebenen ansetzen. Die Massnahmen zielen darauf ab,

- die **Stromnachfrage** zu senken (Energieeffizienz),
- ein nachhaltiges **Stromangebot** sicherzustellen und insbesondere die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien auszubauen,
- generelle **Rahmenbedingungen** der zukünftigen Stromversorgung festzulegen,
- durch **begleitende Massnahmen** die Strombezüger und -versorger zu sensibilisieren, Verhaltensänderungen anzuregen und die Zusammenarbeit aller Akteure zu fördern.

Welche Massnahmen braucht es, damit die Ziele der Strategievarianten erreicht werden können?

Die Ziele sollen durch einen Mix von Massnahmen erreicht werden:

Mix von Massnahmen

- Information und Sensibilisierung: Öffentlichkeitsarbeit, Vorbildfunktion der öffentlichen Hand
- Finanzielle Anreize: Förderbeiträge, Steuerabzüge etc.
- Auflagen: Vorschriften zu Stromproduktion und -nutzung
- Bildung und Forschung: Aus- und Weiterbildungsangebote, Unterstützung von Forschung, Entwicklung, Pilot- und Demonstrationsanlagen

Die Massnahmen sind vom Kanton in enger Zusammenarbeit mit den Gemeinden, Energieversorgungsunternehmen, Verbänden und weiteren Partnern umzusetzen. Die Schritte zur Umsetzung der Strategie für einen atomenergiefreien Strommix sind davon abhängig, welche der in der Energiestrategie 2050 vorgeschlagenen Massnahmen auf nationaler Ebene umgesetzt werden (UVEK 2012).

Zusammenarbeit und Einbettung in die nationale Energiepolitik

Ausgehend von den bestehenden energiepolitischen Grundlagen wurde zusammen mit der Arbeitsgruppe eine Liste mit möglichen Massnahmen zusammengestellt und diskutiert. In den folgenden Ausführungen (Kap. 6.2 bis 6.5) werden die Massnahmen beschrieben. Anschliessend werden die prioritären Massnahmen pro Strategievariante beschrieben (Kap. 6.6).

Schrittweise Erarbeitung der Massnahmen

6.2 Massnahmen Stromnachfrage

Die möglichen Massnahmen zur Steigerung der Stromeffizienz umfassen zum einen Massnahmen, die in der nationalen Energiestrategie vorgesehen und zusammen mit Kantonen, Gemeinden und Unternehmen umgesetzt werden sollen. Zum anderen sind Massnahmen aufgeführt, die ergänzend wirken sollen und deshalb insbesondere für die Erreichung der ambitionierteren Effizienzziele in Strategievariante 2 relevant sind.

N1 Elektrizitätstarife

Ziel	Reduktion des Stromverbrauchs durch tarifliche Anreize
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Grundgebühr abschaffen, d.h. tiefe Grundkosten und höhere verbrauchsabhängige Tarife - Effizienzbonus: Gutschrift beim Nachweis von Effizienzmassnahmen - Abgabe an das Gemeinwesen für die Finanzierung von Massnahmen zur Steigerung der Stromeffizienz und der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Mengenrabatt für Grossverbraucher wurde bereits abgeschafft und ein Stromsparprogramm der EKT wurde realisiert (inkl. Effizienzbonus für EnAW-Unternehmen), aber ab 1.1.2013 wieder aufgehoben - bisher keine tariflichen Anreize für Haushalte und andere Kleinverbraucher - Smart Meters (vgl. unten) ermöglichen die Einführung von neuen Tarifmodellen
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton und Gemeinden machen Vorgaben als Eigentümer der EKT und der kommunalen EVU oder über Leistungsaufträge - EVU legen Tarife fest

Exkurs:
Förder- und Lenkungsabgabe
Kanton Basel-Stadt

Im Kanton Basel-Stadt gibt es sowohl eine Förderabgabe als auch eine Lenkungsabgabe auf Strom⁶²⁾. Die Lenkungsabgabe motiviert zum sparsameren Umgang mit Strom. Die Förderabgabe unterstützt die Wirkung der Lenkungsabgabe, indem Technologien oder Verhaltensweisen finanziell gefördert werden, die trotz der Lenkungsabgabe noch nicht wirtschaftlich sind.

Gesetzlich sind die Förder- und Lenkungsabgabe im Energiegesetz des Kantons Basel-Stadt verankert. Grundsätzlich sind alle Stromversorger, die im Rahmen des eidgenössischen Stromversorgungsgesetzes einen Haushalt oder Betrieb im Kanton Basel-Stadt mit Strom beliefern, durch das kantonale Energiegesetz verpflichtet, die Förderabgabe (§16) und die Lenkungsabgabe (§17-27) einzukassieren und an die entsprechenden Stellen zu leiten:

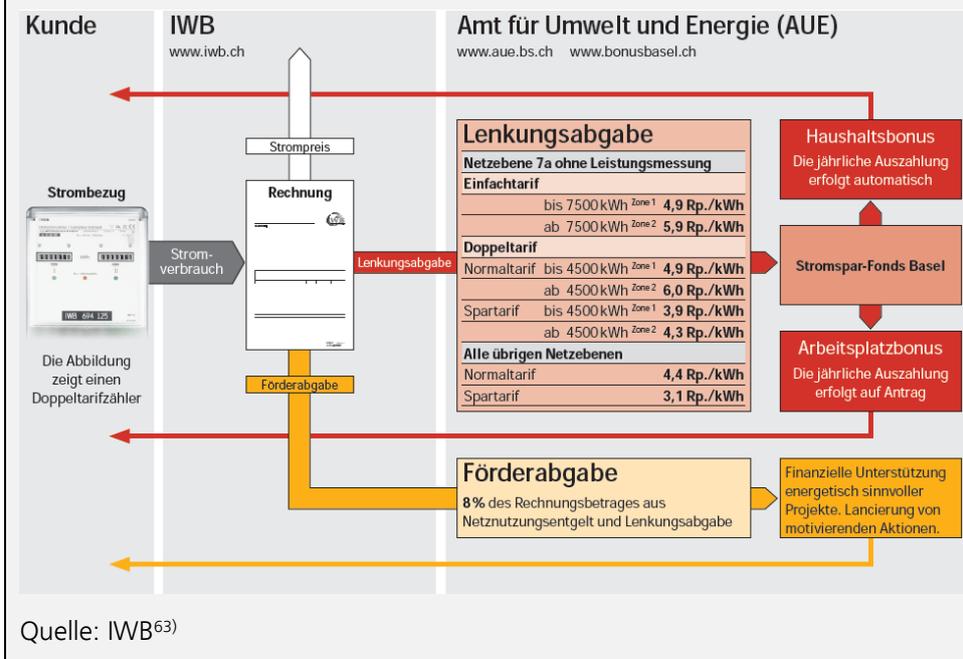
- Mit einem Zuschlag auf die Netzkosten (Netzgebühren plus Lenkungsabgabe) von höchstens zwölf Prozent werden die folgenden Verpflichtungen des Kan-

62) Weitere Informationen unter: <http://www.aue.bs.ch/fachbereiche/energie/lenkungsabgabe.htm> [13.3.13]

tons finanziert: Prüfung förderungswürdiger Massnahmen, Entrichtung von Beiträgen, Überwachung von Bauten und Anlagen sowie Beratung (§16).

- Zum Zwecke der Verbrauchslenkung erhebt der Kanton eine Lenkungsabgabe auf dem Stromverbrauch und verwendet die Erträge für die Ausrichtung eines verbrauchsunabhängigen Strompreis-Bonus (§17).
- Die Verbraucherinnen und Verbraucher der Bezugskategorien Haushalte und Betriebe, ohne Grossbezügerinnen bzw. Grossbezüger, unterliegen einer Lenkungsabgabe auf ihrem Stromverbrauch. Für die Bezugskategorie Grossbezügerinnen bzw. Grossbezüger kann die Lenkungsabgabe durch Branchenvereinbarungen ebenfalls eingeführt werden (§18).
- Besonders energieintensive Betriebe können ganz oder teilweise von der Lenkungsabgabe befreit werden, sofern sie erkennbar dem Wettbewerb ausgesetzt sind und die Nettomehrbelastung im Vergleich mit anderen Standorten erheblich ist (§20).

Der Vollzug wird unter anderem in der Verordnung zur Lenkungsabgabe und zum Strompreis-Bonus sowie im Gesetz über die Industriellen Werke Basel (IWB-Gesetz) geregelt. Die IWB ist verpflichtet, die Abgaben gemäss dem kantonalen EnG zu erheben und auf den Rechnungen auszuweisen.



63) http://www.iwb.ch/media/Strom/Dokumente/lenkungsfoerderabgabe_2010.pdf [14.3.13]

N2 Effizienzziele EVU

Ziel	EVU leisten einen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - absolute oder relative Ziele zur Reduktion der Stromnachfrage bzw. zur Steigerung der Energieeffizienz - Weisse Zertifikate: Energieeinsparungen werden zertifiziert und die Zertifikate können gehandelt werden
Bezug zu anderen Massnahmen	Effizienzziele für Stromlieferanten sind im Rahmen der Energiestrategie 2050 vom Bundesrat vorgeschlagen
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton und Gemeinden machen Vorgaben oder setzen Anreize - EVU setzen Effizienz-Massnahmen um

Exkurs: Decoupling

Eine Variante von Effizienzzielen für die Energieversorgungsunternehmen ist der Decoupling-Ansatz. Dieser hat zum Ziel, den Umsatz der EVU von der abgesetzten Energiemenge zu entkoppeln (BFE 2009). Der Umsatz wird durch regulatorische Massnahmen fixiert. Die EVU sind folglich nicht mehr an einer Erhöhung der Absatzmenge interessiert und haben Anreize durch Durchführung von Effizienzmassnahmen bei den Kunden.

Die einfachste Form ist das „Revenue-Cap-Decoupling“. Das EVU darf die Preise für die Verteilkosten leicht erhöhen, wenn die aktuellen Verkäufe hinter den prognostizierten zurückbleiben. In Kalifornien bestimmt der Regulator die Preise aufgrund der Ertragsforderungen und Verkaufsschätzungen der EVU. Ist die Nachfrage höher als erwartet, reduziert der Regulator die Preise, um die überschüssigen Erträge den Kunden zurück zu erstatten.

Gemäss der California Public Utilities Commission sind die Erfahrungen in Kalifornien sehr positiv. Der Stromverbrauch pro Kopf ist in den letzten 30 Jahren konstant geblieben, während er im Rest der USA um 50% gestiegen ist. Der Erfolg in Kalifornien kann jedoch nicht alleine auf das Decoupling zurückgeführt werden, sondern ist Folge einer umfassenden Energiepolitik mit weiteren Massnahmen zur Förderung der Energieeffizienz, wie beispielsweise Effizienzstandards für Gebäude und Elektrogeräte, Anrechenbarkeit der Kosten von Energieeffizienzprogrammen der EVU an ihre regulierten Kosten, progressive Stromtarife, ambitionierte Klimapolitik etc.⁶⁴⁾. Als mögliche Probleme des Decoupling werden eine aufwändige Administration, steigende Stromkosten und die Vernachlässigung von Unterhaltsarbeiten und neuen Investitionen in Produktionsanlagen genannt.

Der Schweizerische Bundesrat hält in seiner Antwort auf die Interpellation zur Umsetzung von Decoupling in der Schweiz fest, dass Decoupling nicht kompatibel mit einem liberalisierten Markt ist. Der Regulator setzt die Erträge der EVU fest und greift somit in die Preissetzung ein. In einem liberalisierten Markt ist ein solcher Eingriff des Regulators nur noch auf den Netznutzungsteil, nicht aber auf den Energieteil des Stromtarifs möglich. Eine Decoupling-Regel für den Netztarif würde aber keinen Anreiz bei den Produzenten setzen, ihren Absatz nicht weiter auszuweiten.

64) Antwort des Bundesrates auf die Interpellation „Effizienzsteigernde Preisgestaltungsregeln für Stromversorger. Umsetzung von Decoupling in der Schweiz“, Ip. 11.3378

N3 Gebrauchsvorschriften

Ziel	Reduktion des Stromverbrauchs durch Vorschriften für die Anwendung von elektrisch betriebenen Anlagen, Geräten und Beleuchtungen
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Vorschriften zur Beleuchtung von Strassen, Schaufenstern, Fassaden etc. - Vorschriften bzw. Verbote zur Beheizung von Aussenräumen - Vorschriften für einen präsenzabhängigen Betrieb von technischen Anlagen - Vorschriften für Klimaanlage
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Vorschriften zum Stromverbrauch gewerblicher und elektronischer Geräte, elektrischer Antriebe und von elektrischem Licht werden vom Bund in der Energieverordnung festgelegt (basierend auf EnG Art. 8) - begleitende Informations- und Beratungsaktivitäten im Rahmen von EnergieSchweiz - Bestehendes Förderprogramm: Beiträge für den Ersatz von Beleuchtungsanlagen in bestehenden Nichtwohnbauten
Zuständigkeiten	Kanton erlässt Vorschriften und Vorgaben zur Bewilligungspflicht

N4 Ersatz elektrischer Widerstandsheizungen und Elektroboiler

Ziel	Reduktion des Stromverbrauchs durch Ersatz der elektrischen Widerstandsheizungen und der Elektroboiler
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - vollständiges Verbot für den Ersatz elektr. Widerstandsheizungen - Verpflichtung zum Ersatz der elektr. Widerstandsheizung und/oder Boiler innert einer vorgegebenen Frist ab Inkrafttreten der Gesetzesänderung - finanzielle Unterstützung für Heizungs-/Boilerersatz
Bezug zu anderen Massnahmen	Förderprogramm Energie: Beiträge für Wärmepumpen, Wärmenetze und Holzheizungen
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton erlässt Vorschriften - Kanton, Gemeinden und/oder EVU leisten Förderbeiträge für den Heizungersatz

N5 Effiziente Anlagen und Prozesse

Ziel	Reduktion des Stromverbrauchs durch effiziente Technologien und Anwendungen
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Vorschriften, Anreize für den Ersatz ineffizienter Umwälzpumpen für Gebäudeheizungen (bei Heizungsersatz) - Vorschriften, Anreize für den Ersatz ineffizienter Motoren bei industriellen Anwendungen
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Effizienzziele EVU: Förderung effizienter Anlagen und Prozesse als Massnahme zur Zielerreichung - Stromsparprogramm der EKT, Effizienzbonus für EnAW-Unternehmen - Bestehendes Förderprogramm: Beiträge für Energieverbrauchsanalysen, Prozessoptimierungen in Unternehmen
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton erlässt Vorschriften - Kanton, Gemeinden und/oder EVU fördern den Ersatz ineffizienter Anlagen durch Beratung, finanzielle Beiträge

N6 Effizienz in Haushalten

Ziel	Reduktion des Stromverbrauchs in Haushalten
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Screening "Verschwender": (Mess-)kampagne zur Identifikation von speziell hohen, unerklärlichen Verbrauchern (z.B. ganzjährig beheizte Pools, Garageneinfahrten etc.) - Information/Kommunikation zur Reduktion des Standby-Verbrauchs, Anschaffung stromsparender Geräte etc. - Vorschriften Grosshaushaltsgeräte (Waschmaschinen, Geschirrspülmaschinen) an Warmwasseraufbereitung anzuschliessen - Vorschriften und Anreize zum Einsatz von Geräten der besten Effizienzklasse
Bezug zu anderen Massnahmen	Vorschriften zum Stromverbrauch diverser Haushaltgeräte werden vom Bund in der Energieverordnung festgelegt (basierend auf EnG Art. 8)
Zuständigkeiten	<p>Kanton erlässt Vorschriften und führt Kampagnen in Zusammenarbeit mit Gemeinden und/oder EVU durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Information und Beratung - finanzielle Anreize für den Kauf effizienter Geräte

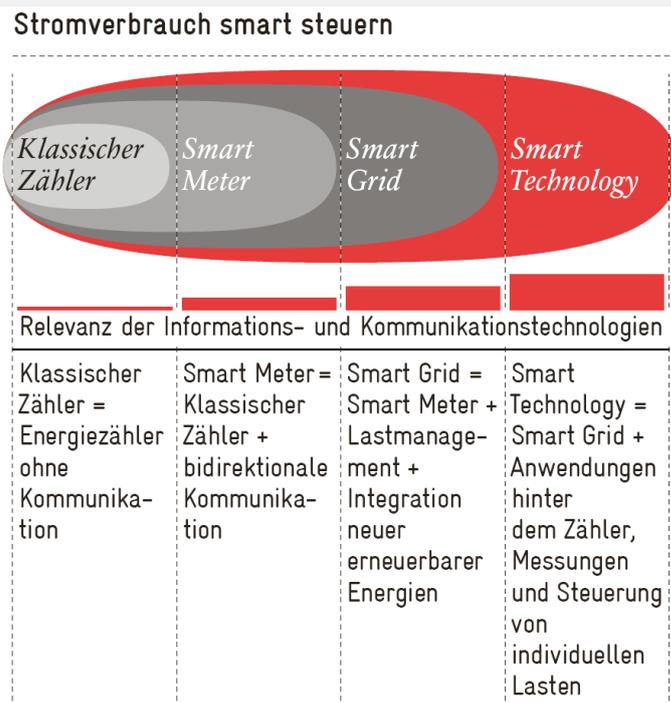
N7 Smart Metering, Smart Technologies

Ziel	Einführung von „smarten“ Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Integration erneuerbarer Energien
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Smart Meters werden flächendeckend eingeführt, die Informationen über den Stromverbrauch sollen Anreize setzen zum Stromsparen - Smart Grids und Smart Technologies verbessern die Abstimmung von Verbrauch und Produktion
Bezug zu anderen Massnahmen	neue Massnahme; in diversen Gemeinden und Kantonen bestehend
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton und Gemeinden machen Vorgaben als Eigentümer der EVU - EVU führen entsprechende Zähler und Technologien ein, entwickeln neue Geschäfts- und Tarifmodelle

Mit intelligenten Netzen Strom sparen

Smart Grids gelten als Schlüsseltechnologie zur Steigerung der Energieeffizienz und zum Ausbau erneuerbarer Energien. Durch Smart Grids wird das konventionelle (Strom-)Verteilnetz mittels Kommunikationstechnologie und intelligenten Stromzählern ergänzt. Dies bietet eine Lösung, die Stromtransporte in den Verteilnetzen zu optimieren. Je besser Stromangebot und -nachfrage aufeinander abgestimmt sind, desto effizienter können Stromnetze, Grosskraftwerke und dezentrale Produktionsanlagen genutzt werden.

Damit Smart Grids zur gewünschten Energieeffizienz beitragen können, müssen individuellen Lasten gemessen und gesteuert werden können. Informations- und Kommunikationstechnologien spielen dabei zunehmend eine Rolle. Eine optimale Steuerung des Stromverbrauchs verlangt sowohl den Wechsel von konventionellen Zählern zu Smart Metern als auch Anwendungen zur Steuerung von Lasten, wie die folgende Abbildung illustriert:



Quelle: avenir suisse (2012), basierend auf Thoma/BKW (2011)

Exkurs:
Smart Meter, Smart Grid, Smart
Technology

6.3 Massnahmen Stromangebot

Die folgenden Massnahmen können dazu beitragen, die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien zu erhöhen und eine nachhaltige Stromversorgung sicherzustellen.

A1 Vorschriften Stromqualität

Ziel	Erhöhung des Anteils von Strom aus erneuerbaren Energien
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - EVU bieten Strom aus erneuerbaren Energien als Standardprodukt an - EVU werden verpflichtet, dass ein bestimmter Anteil der von Ihnen gelieferten Energie Ökostrom ist (Quotenmodell)
Bezug zu anderen Massnahmen	Über die Eigentümerstrategie können Kanton und Gemeinden direkt Einfluss nehmen auf den Strommix ihrer EVU.
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton erlässt Vorschriften (Teilrevision des kantonalen Energiegesetzes) - EVU bieten entsprechende Produkte an

A2 Vorfinanzierung KEV

Ziel	Verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien für die Stromproduktion im Kanton Thurgau durch finanzielle Anreize
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Vergütung für Strom aus erneuerbaren Energien, solange die Anlage auf der Warteliste der KEV ist - Vergütungssätze gemäss KEV-Tarifen oder nach eigenen Richtlinien - Finanzierung z.B. über Gemeinabgabe auf Netznutzung
Bezug zu anderen Massnahmen	Investitionsbeiträge als Alternative zur Vergütung des erneuerbaren Stroms
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton und Gemeinden legen auf gesetzlicher Ebene oder als Eigentümer der EVU Vergütungstarife fest - EVU vergüten den Strom aus erneuerbaren Energien

A3 Förderung Photovoltaik

Ziel	Finanzielle Anreize für den Ausbau der solaren Stromproduktion
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Investitionsbeiträge - garantierter, attraktiver Abnahmepreis für Strom aus Photovoltaikanlagen (Stromrücklieferstarife) - Unterstützung Gemeinschaftsanlagen (z.B. Modell Diessenhofen)
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Vorfinanzierung KEV als Variante der finanziellen Förderung - Bestehendes Förderprogramm: Investitionsbeiträge für Solarstromanlagen in bestehenden Gebäuden und Minerale-Gebäuden - KEV als Förderinstrument auf nationaler Ebene
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton, Gemeinden, EVU bieten Förderprogramm an - EVU vergüten Strom zu attraktiven Tarifen und unterstützen Modell für Gemeinschaftsanlagen

A4 Ausbau Biomasse-Nutzung

Ziel	Entwicklung von Strategien und Massnahmen für eine verbesserte stoffliche und energetische Nutzung von Biomasse (insbesondere Hofdünger und Holz)
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbau Holz-WKK in mittelgrossen Wärmeverbänden - finanzielle Förderung unter Berücksichtigung von Bürgschaften, zinslosen Darlehen und Investitionsbeiträgen - neue Rahmenbedingungen zu Stromrücklieferatarifen
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Massnahmen gemäss Biomasse-Konzept Thurgau - KEV als Förderinstrument auf nationaler Ebene - Bestehendes Förderprogramm: Beiträge für Biogasanlagen für die Direkteinspeisung ins Erdgasnetz, Biogasanlagen ohne Co-Substrate, Holzfeuerungen, Machbarkeitsstudien
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton legt Rahmenbedingungen zur stofflichen und energetischen Biomasse-Nutzung fest - Kanton unterstützt in Zusammenarbeit mit Gemeinden und EVU Machbarkeitsstudien und leistet Förderbeiträge - EVU vergüten Strom zu attraktiven Tarifen

A5 Förderung Geothermie

Ziel	Strategien und Massnahmen zur Stromproduktion mit Tiefengeothermie
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Machbarkeit von konkreten Anlagen abklären (inkl. Wärmebezügler) - Mittel für Pilot- und Demonstrationsanlagen
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Massnahmen aus dem Nutzungskonzept Geothermie Thurgau (z.B. Risikoabdeckung von 2 Mio. Franken pro Anlage; muss vom Grossen Rat abgesegnet werden) - Energierichtplanung: Standorte in Abhängigkeit von Wärmebezügern wählen - KEV und Risikofonds auf nationaler Ebene - Bestehendes Förderprogramm: Beiträge für Machbarkeitsstudien
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton beteiligt sich an Geothermie-Projekten in Zusammenarbeit mit anderen Kantonen / Städten und mit Energieversorgungsunternehmen - Zusammenarbeit Kanton mit Hochschulen, Verbänden

A6a Abklärungen Machbarkeit / Strategieentwicklung Windenergie

Ziel	Machbarkeit zur Nutzung der Windenergie klären
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Potenzialstudie für den gesamten Kanton - Strategieentwicklung, Definition weiteres Vorgehen - Machbarkeitsstudien für ausgewählte Standorte
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Bezug zu Bewilligungsverfahren: Anforderungen an Landschaftsschutz bereits bei Potenzialabklärungen berücksichtigen - Bestehendes Förderprogramm: Beiträge für Machbarkeitsstudien
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton initiiert und/oder unterstützt Machbarkeitsstudien - Zusammenarbeit Kanton mit Gemeinden, EVU, Verbänden

A6b Abklärungen Machbarkeit Kleinwasserkraft

Ziel	Machbarkeit zur Nutzung der Kleinwasserkraft klären
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Potenzialstudie für den gesamten Kanton - Machbarkeitsstudien für ausgewählte Standorte, mit Schwerpunkt auf Effizienzsteigerungen bei bestehenden Wasserkraftanlagen
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Bezug zu Bewilligungsverfahren: Anforderungen an Gewässer- und Landschaftsschutz bereits bei Potenzialabklärungen berücksichtigen - Bestehendes Förderprogramm: Beiträge für Machbarkeitsstudien
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton initiiert und/oder unterstützt Machbarkeitsstudien - Zusammenarbeit Kanton mit Gemeinden, EVU, Verbänden

A7 Förderung dezentraler, fossil befeuerter WKK-Anlagen

Ziel	Stromproduktion fossilen Energieträgern zur Kompensation der reduzierten Produktion aus Sonne und Wasserkraft im Winter (in Ergänzung zu Biomasse-WKK-Anlagen, vgl. Anhang A4)
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Förderung dezentrale Stromproduktion mit Erdgas und anderen fossilen Energieträgern (wärmegeführte WKK) - Vorschriften zur gekoppelten Produktion von Strom und Wärme bei grösseren Heizungsanlagen - Flächendeckende Erhebung grosser Wärmeerzeuger
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Förderung Wärmenetze: WKK-Anlagen v.a. in Wärmenetzen sinnvoll - Energierichtplanung: Standorte in Abhängigkeit von Wärmebezügern wählen - Förderung auf nationaler Ebene: WKK-Vergütung für fossile und teilfossile Anlagen (geplant in Energiestrategie 2050) - Bestehendes Förderprogramm: Beiträge für Machbarkeitsstudien und WKK-Anlagen in bestehenden Gebäuden
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton legt Bedingungen für die Bewilligung und Förderung von WKK-Anlagen fest - Kanton unterstützt in Zusammenarbeit mit Gemeinden und EVU Machbarkeitsstudien und leistet Förderbeiträge - Netzbetreiber nehmen die gesamte Elektrizität aus den WKK-Anlagen ab (Pflicht gemäss Energiestrategie 2050)

A8 Förderung Wärmenetze

Ziel	Gebäude werden vermehrt an Wärmenetze angeschlossen
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Unterstützung von Potenzial- und Machbarkeitsstudien - Investitionsbeiträge für Wärmeverbände
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbau Wärmenetze in Kombination mit Ausbau Biomasse-Nutzung und Förderung dezentraler WKK-Anlagen - Verdichtetes Bauen zur Erhöhung der Wärmebezugsdichte - Bestehendes Förderprogramm: Förderbeitrag für Anschlüsse bestehender Gebäude, Machbarkeitsstudien, Abwärmenutzung
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton und Gemeinden setzen Rahmenbedingungen und leisten Förderbeiträge - Kanton und Gemeinden setzen sich für den Anschluss der eigenen Gebäude an Wärmenetze ein - EVU können als Betreiber von Wärmenetzen neue Geschäftsfelder erschliessen (Contracting)

A9 Bewilligungsverfahren

Ziel	Bewilligungsverfahren für Anlagen zur erneuerbaren Elektrizitätserzeugung vereinfachen, konzentrieren und vereinheitlichen
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Prüfung von so genannten "Guichets uniques" - Leitfaden Projektabwicklung (von EKT und kant. Stellen formuliert): prüfen, ausbauen, Gemeinden einbeziehen
Bezug zu anderen Massnahmen	Die Förderung der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien führt möglicherweise zu personellen Engpässen bei den Bewilligungsbehörden.
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton und Gemeinden sind für Bewilligung zuständig - Stromproduzenten tragen mit frühzeitiger Information und vollständigen Bewilligungsunterlagen zu effizienter Abwicklung der Verfahren bei

A10 Ausbau Beteiligungen

Ziel	Investitionen in Energieproduktionsanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Kanton Thurgau sowie Beteiligungen an Anlagen in der übrigen Schweiz oder im Ausland
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Kantonale Vorgaben für Investitionen der EKT in erneuerbare Energien - Rahmenkredite der Gemeinden für Investitionen der kommunalen EVU
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Vorschriften zur Stromqualität erhöhen das Eigeninteresse der EVU an Investitionen in Produktionsanlagen - Ziele bezüglich Ausbau von Produktionskapazitäten in Eigentümerstrategie festlegen
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton, Gemeinden und private Organisationen (z.B. Genossenschaften) als Eigentümer der EVU (Eigentümerstrategie, Rahmenkredite) - EVU planen und realisieren eigene Projekte oder Beteiligungen an Anlagen

Exkurs:
Rahmenkredite

Rahmenkredite für Investitionen in Stromproduktionsanlagen

Die Investitionen in Stromproduktionsanlagen (eigene Anlagen und Beteiligungen) werden durch Einnahmen aus der Stromproduktion amortisiert. Diese Einnahmen stammen entweder aus der KEV oder aus dem Verkauf von erneuerbaren Stromprodukten (vgl. Auswirkungen auf die Strompreise, Kap. 7.2). Mit einem Rahmenkredit wird das Kapital für die entsprechenden Investitionen der EVU zur Verfügung gestellt.

Beispiel: Stadt Winterthur

Für den Kauf von Anlagen und/oder die Beteiligung an Gesellschaften zur Produktion von Strom aus erneuerbarer Energie wurde im September 2012 ein Rahmenkredit von 90 Mio. Franken zulasten der Investitionsrechnung des Stadtwerks Winterthur bewilligt. 20 Mio. Franken des Kredits sind für Investitionen in Photovoltaikanlagen im Raum Winterthur bestimmt. Der Rahmenkredit belastet die Stadtkasse nicht: Die geplanten Investitionen werden über die Rechnung des Stadtwerks Winterthur abgewickelt und sollen eigenwirtschaftlich sein. Einnahmen werden erzielt durch den Verkauf von Ökostrom an interessierte Kundinnen und Kunden und aus den staatlichen Einspeisevergütungsprogrammen.

(Quelle: Abstimmungszeitung zur Volksabstimmung vom 23. September)

A11 Sicherung Bezugsrechte Axpo

Ziel	Langfristige Bezugsrechte für Strom aus erneuerbaren Energien, der von der Axpo in der Schweiz oder im Ausland produziert wird
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Sicherung Bezugsrechte für Strom aus erneuerbaren Energien als Aktionär der Axpo, Bezugsrechte gemäss Aktienanteilen - Aushandlung von Vorzugsbedingungen für Strombezug der Aktionäre
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Bezugsrechte für erneuerbaren Strom als Aktionär der Axpo setzen voraus, dass der Kanton Thurgau seine Aktien behält (d.h. nicht möglich, wenn Massnahme R3, Verkauf Axpo-Aktien, umgesetzt würde) - Bezugsrechte für erneuerbaren Strom der Axpo können einen Teil zur Zielerreichung bei den Beteiligungen beitragen und reduzieren damit den Bedarf an zusätzlichen Beteiligungen über die EKT, weitere EVU und/oder Private
Zuständigkeiten	- Kanton als Aktionär der Axpo

A12 Strategieentwicklung Power-to-Gas⁶⁵⁾

Ziel	Entwicklung Strategien zum Einsatz und der Verbreitung von Power-to-Gas Anlagen
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeitung von Grundlagen zu Einsatzmöglichkeiten im Kanton Thurgau und zur Einbettung in das gesamte Energiesystem - Machbarkeit von konkreten Anlagen abklären - Mittel für Pilot- und Demonstrationsanlagen
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Zusammenspiel mit Förderung fossiler WKK-Anlagen - Energierichtplanung: Identifikation geeigneter Standorte - Bestehendes Förderprogramm: Beiträge für Machbarkeitsstudien
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton initiiert und/oder unterstützt Machbarkeitsstudien - Zusammenarbeit mit Hochschulen, Verbänden

65) Mit dem Konzept Power-to-Gas kann Strom aus erneuerbaren Energien über zwei Schritte (Elektrolyse und Methanisierung) in synthetisches Erdgas umgewandelt und im Erdgasnetz gespeichert werden. Dies bietet eine Möglichkeit zur Speicherung grosser Mengen elektrischer Energie (zu Speichermöglichkeiten vgl. Anhang A7).

6.4 Rahmenbedingungen

Zentrale Vorgaben des Kantons werden in übergeordneten Planungen und Strategien verankert. Dazu werden die folgenden Massnahmen vorgeschlagen.

R1 Energierichtplanung

Ziel	Geeignete Standorte für die Nutzung von erneuerbaren Energien werden ausgeschieden und behördenverbindliche Vorgaben gemacht
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Kantonale Energierichtplanung: Bezeichnung von Standorten für die Nutzung von erneuerbaren Energien (Energieparks); Schaffung von Zonen für Produktionsanlagen (Positivplanung), Erhebung Wärmeerzeuger, Nutzung Abwärme, Anschlusspflicht an Wärmenetze (Fernwärmezonen) - In den entsprechenden Zonen gelten vereinfachte Bewilligungsverfahren - Kommunale Energierichtplanung: Begleitung und finanzielle Unterstützung durch den Kanton
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Energierichtplanung als Voraussetzung für eine zielgerichtete Förderung von Stromproduktion und Wärmenetzen - Bestehendes Förderprogramm: Förderbeitrag für kommunale Energierichtplanung
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton ist zuständig für kantonale Energierichtplanung und unterstützt die kommunale Planung - Gemeinden setzen Energierichtplanung auf kommunaler Ebene um - EVU arbeiten bei Energierichtplanung mit und liefern Informationen zu Energiebezüglern etc.

R2 Eigentümerstrategie EKT

Ziel	Die EKT setzen sich dafür ein, die Massnahmen für einen Thurgauer Strommix ohne Kernenergie zu realisieren
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Ziele, Massnahmen für einen Thurgauer Strommix ohne Kernenergie werden in der Eigentümerstrategie verankert - Klarer Leistungsauftrag mit Zielpfad (verbindliche langfristige Ziele und Zwischenziele) z.B. zum Stromanteil aus erneuerbaren Energien, zur Tarifgestaltung etc.
Bezug zu anderen Massnahmen	die EKT spielt eine wichtige Rolle bei der Umsetzung zahlreicher Massnahmen zur Förderung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton legt Eigentümerstrategie fest (Kompetenz Regierungsrat)

R3 Verkauf Aktien der Axpo

Ziel	Durch den Verkauf der Aktien werden Einnahmen für Investitionen in erneuerbare Energien generiert
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Schrittweiser Abbau der Beteiligung der EKT Holding AG an der Axpo AG (heute rund 12%) - Vollständiger Verkauf der Aktien
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Bezug zur Eigentümerstrategie EKT, da die EKT als Axpo-Aktionärin zu 100% im Eigentum des Kantons ist - Ausbau Beteiligungen: Sicherung Bezugsrechte für Strom aus erneuerbaren Energien als Aktionär der Axpo nicht möglich, wenn die Aktien verkauft werden
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - EKT Holding AG als Aktionär - Kanton als Eigentümer der EKT Holding AG

Chancen und Risiken der Bindung an die Axpo

Der Kanton Thurgau ist durch den NOK-Gründungsvertrag (vgl. Kap. 3.6.5) mit der Axpo verbunden. Im Kontext der aktuellen Entwicklungen der Energiepolitik und -märkte stellt sich die Frage, welche Bedeutung diese Bindung für die Strategie für einen kernenergiefreien Strommix hat.

- Eine *Chance* für den Kanton ist die Beteiligung an einem grossen Stromproduzenten, der einerseits eine hohe bestehende Stromproduktion aus Wasserkraft aufweist und der sich andererseits Ziele für einen bedeutenden Ausbau der erneuerbaren Energien gesetzt hat. Die Axpo weist eine bestehende Stromproduktion aus Wasserkraft von rund 8 TWh pro Jahr aus. Mit einem Anteil des Kantons Thurgau von 12% der Aktien entspricht dies einer Jahresproduktion von knapp 1'000 GWh/a. Zusätzlich will die Axpo die Stromproduktion aus neuen erneuerbaren Energien (Windkraft, Biomasse, Kleinwasserkraft, Geothermie, Photovoltaik) bis ins Jahr 2030 auf 5 TWh ausbauen (Axpo 2012). Gemäss dem Aktienanteil von 12% des Kantons Thurgau entspricht dies einer Jahresproduktion von 600 GWh.

Wenn sich der Kanton Bezugsrechte für Strom aus erneuerbaren Energien sichern kann, leistet die Beteiligung an der Axpo einen Beitrag dazu, einen kernenergiefreien Strommix zu erreichen.

- Ein *Risiko* für den Kanton besteht durch die Stilllegungs- und Entsorgungskosten für die Kernkraftwerke. Ob diese Kosten mit dem Stilllegungs- und Entsorgungsfonds vollständig gedeckt werden können, ist umstritten und Gegenstand politischer Diskussionen auf nationaler Ebene.⁶⁶⁾

Die Herausforderung für den Kanton Thurgau liegt darin, die oben genannten Chancen zu nutzen und sich für eine nationale Lösung zur Minimierung der Risiken einzusetzen. Der Verkauf der Aktien wird aufgrund der Vorschrift, dass ein Verkauf an Dritte nicht möglich ist, nicht als realistische Option betrachtet.

Exkurs:
Chancen und Risiken der
Bindung an die Axpo

66) vgl. z.B. Motion NR Noser „Verursachergerechte Verrechnung der Stilllegungs- und Entsorgungskosten von Kernkraftwerken“ und Antwort des Bundesrates vom 23.11.2011

R4 Bauvorschriften

Ziel	Erhöhung der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Verpflichtung bei Neubauten, einen Teil des Strombedarfs durch Eigenproduktion zu decken - erhöhte Geschossflächen- und Baumasseziffer bei Erfüllung von bestimmten energetischen Anforderungen
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - verdichtetes Bauen - Förderung Photovoltaik, Wärmeverbünde etc. - Bestehendes Förderprogramm: Beiträge für Neubauten nach Minergie-P und Minergie-A
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton und Gemeinden legen Vorschriften im Rahmen ihrer Kompetenzen fest

R5 Gebäudeprogramm

Ziel	Erweiterung des Förderprogramms mit Fokus auf Stromverbrauch und -produktion bei Gebäuden
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Unterstützung für Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz im Strom- und Wärmebereich und zur Verbreitung der neuesten Gebäudetechnik - Unterstützung der Nutzung von Abwärme und erneuerbaren Energien - Beiträge an Energiesanierung nur für Gebäude mit GEAK (Gebäudeenergieausweis der Kantone)
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Verdichtetes Bauen - Bestehendes Förderprogramm: Beiträge für Gebäudesanierungen
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton ist für Vollzug des Förderprogramms zuständig - Trägerschaft des Gebäudeprogramms (Kantone vertreten durch die EnDK, BFE, BAFU) legt Bedingungen für schweizweit einheitliche Förderungen fest

R6 Verdichtetes Bauen

Ziel	Indirekte Reduktion des Energieverbrauchs durch Förderung von verdichtetem Bauen und Wohnen
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Anreize schaffen bzw. Fehlanreize abschaffen (z.B. Verkehr einbeziehen in Förderentscheide zu Minergie-Bauten etc.) - Anpassung von Bauvorschriften (v.a. kommunal)
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Massnahmen zur Abstimmung von Siedlungs- und Verkehrsentwicklung im Agglomerationsprogramm - Energierichtplanung, Wärmeverbünde: Höhere Wärmebezugsdichte ist vorteilhaft für Nahwärmenetze
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton und Gemeinden erarbeiten gesetzliche Grundlagen für entsprechende Anreize und Vorschriften

R7 Elektromobilität

Ziel	Ausbau der Elektromobilität und Einbindung ins Energiesystem
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Förderung der Elektromobilität, z.B. aus Einnahmen der bestehenden Verkehrssteuern (Motorfahrzeug-Steuer) - Nutzung Batterien der Elektromobile als dezentrale Speicher prüfen - Verbinden mit Vorschriften zum Betrieb der Fahrzeuge mit Strom aus erneuerbaren Energien
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Smart Metering, Smart Technologies - Strategien, Modellprojekte etc. auf Bundesebene⁶⁷⁾
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton formuliert Strategie und legt Fördermassnahmen fest - Gemeinden berücksichtigen Anforderungen bezüglich Ladestationen beim Bau von öffentlichen Parkplätzen - EVU entwickeln Geschäftsmodelle für Elektromobilität

6.5 Begleitende Massnahmen

Zur Unterstützung und Ergänzung der oben aufgeführten Massnahmen bezüglich Stromnachfrage und -angebot werden begleitende Massnahmen vorgeschlagen:

B1 Information, Beratung, Bildung

Ziel	Verbessertes Wissen über Energieeffizienz und erneuerbare Energien sowie Sensibilisierung
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Weiterführung und punktuelle Verstärkung der Informations- und Beratungstätigkeit sowie der Aus- und Weiterbildung - verschiedene Zielgruppen ansprechen: Unternehmen, Haushalte - Bildung zu Energiethemen in der Schule verstärken - technische Massnahmen und Verhaltensänderungen thematisieren
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Information, Beratung und Bildung als begleitende und unterstützende Massnahme für alle anderen Massnahmen - EnergieSchweiz auf nationaler Ebene
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton koordiniert und finanziert Angebote - Zusammenarbeit mit EVU, Bildungsinstitutionen, Fachverbänden etc.

67) Der Bund fördert Modellprojekte zur Markterprobung von innovativen Lösungen für eine verbreitete Nutzung effizienter Elektrofahrzeuge. Beispiele von Pilotprojekten sind Alpmobil (Goms, Haslital) oder EMobilitätBasel. Weitere Hinweise sind im Bericht der IG Vehicle To Grid zusammengefasst (BFE 2011f).

B2 Vorbild öffentliche Hand

Ziel	Vorbild des Kantons löst Einsatz für Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien aus
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Spezialprojekte zur Vorbildwirkung der öffentlichen Hand - fortschrittliche Vorgaben (z.B. Minergie-P) bei kantonalen und kommunalen Bauten - Investitionen in EE, z.B. verbindliche Prüfung von Photovoltaikanlagen bei allen kantonalen Neubauten und Sanierungsprojekten - Konsequente Umsetzung von Energieeffizienzmassnahmen in der Verwaltung, inkl. Schulen
Bezug zu anderen Massnahmen	kantonale Beschaffung
Zuständigkeiten	Kanton und Gemeinden wirken als Vorbilder

B3 Beschaffung öffentliche Hand

Ziel	Glaubwürdigkeit des Kantons durch eigenes Handeln gemäss Zielen für einen kernenergiefreien Strommix
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Vorgaben bezüglich Energieeffizienz und erneuerbaren Energien in den Richtlinien für das kantonale Beschaffungswesen - Verzicht auf Kernenergie, Bezug von Strom aus erneuerbaren Energien in der Kantonsverwaltung
Bezug zu anderen Massnahmen	Vorbild öffentliche Hand
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton ergänzt Richtlinien für das kantonale Beschaffungswesen und formuliert entsprechende Vorschläge zuhanden der öffentlich-rechtlichen Anstalten und Gemeinden

B4 Kriterien für Staatsbeiträge

Ziel	Kantonale Beiträge werden an Vorgaben bezüglich Energieeffizienz und/oder erneuerbaren Energien gebunden
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Bei Beiträgen des Kantons an Gemeinden und Private überprüfen, welche Vorgaben bezüglich Energieeffizienz und/oder erneuerbaren Energien möglich sind - Vorgaben oder freiwillige Vereinbarungen mit Bezüglern von kantonalen Beiträgen
Bezug zu anderen Massnahmen	--
Zuständigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kanton formuliert Richtlinien für die Vergabe von Staatsbeiträgen

B5 Pilot- und Demonstrationsanlagen

Ziel	Entwicklung von Technologien für die nachhaltige Stromproduktion, -speicherung und -nutzung
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - P&D-Anlagen unterstützen - Pilotprojekte in Zusammenarbeit mit EVU und Fachhochschulen
Bezug zu anderen Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - alle Massnahmen bezüglich Stromnachfrage und -angebot sollen sich am Stand der Technik orientieren - Fortschritte vor allem bei Smart Grids/Smart Technologies und Energiespeicherung notwendig - Energieforschungsprogramm des Bundes, nationale Forschungsprogramme des Nationalfonds
Zuständigkeiten	Kanton unterstützt Entwicklung, Pilot- und Demonstrationsanlagen mit EVU und weiteren Partnern aus Forschung und Privatwirtschaft

B6 Kooperation Kanton – Gemeinden

Ziel	Förderung der nachhaltigen Stromproduktion, -speicherung und -nutzung
Ausgestaltung, Varianten	<ul style="list-style-type: none"> - Koordination Fördermassnahmen - Unterstützung für Energiestädte - Gemeinsame Projekte - Erfahrungsaustausch z.B. zu Beschaffungsstrategie, Bewilligungsverfahren etc.
Bezug zu anderen Massnahmen	bei vielen Massnahmen sind sowohl Kanton als auch Gemeinden involviert, wie die obigen Ausführungen zur Zuständigkeit bei den einzelnen Massnahmen zeigen
Zuständigkeiten	Kanton und Gemeinden suchen verstärkte Zusammenarbeit

6.6 Prioritäre Massnahmen pro Strategievariante

Massnahmen für die Umsetzung der Zwischenziele 2020

Die in den Strategievarianten festgelegten langfristigen Ziele sind schrittweise zu realisieren. In einem ersten Schritt geht es darum, Massnahmen umzusetzen, mit denen die Zwischenziele bis 2020 erreicht werden können. Im Folgenden werden die prioritären Massnahmen für die beiden in Kapitel 5 beschriebenen Strategievarianten aufgeführt.

Fokus auf Strom

Die hier aufgeführten Massnahmen beziehen sich auf die Zielsetzungen für einen Strommix ohne Kernenergie. Sie sind Teil einer umfassenderen Energiepolitik mit weiteren Massnahmen im Wärme- und Verkehrsbereich.

Kontext: nationale Energiepolitik

Die nachfolgend aufgeführten Massnahmen wirken ergänzend zu den nationalen energiepolitischen Massnahmen. In den vorliegenden Beurteilungen wird unterstellt, dass auf Bundesebene die in der Energiestrategie 2050 vorgeschlagenen Massnahmen umgesetzt werden. Für die Stromnachfrage sind beispielsweise finanzielle Anreize wie die wettbewerblichen Ausschreibungen von Bedeutung, beim Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion insbesondere die KEV (vgl. Kap. 3.5.2, Überblick über wichtigste strombezogene Massnahmen).

6.6.1 Massnahmen Strategievariante 1

Die Massnahmen zur Strategievariante 1 sind in Tabelle 7, Tabelle 8 und Tabelle 9 zusammengestellt.

Prioritäre Massnahmen
Stromnachfrage

Eine leichte Reduktion der Stromnachfrage gegenüber 2010 soll bis 2020 primär mit den Massnahmen erreicht werden, die gemäss Energiestrategie 2050 vorgeschlagen sind. Die Umsetzung dieser Massnahmen setzt aktive Beiträge von Kantonen, Gemeinden und Unternehmen voraus. Von Bedeutung für die Stromnachfrage im Kanton Thurgau sind in Strategievariante 1 vor allem finanzielle Anreize über die Stromtarife (N1, vgl. Tabelle 7), die Umsetzung des Grossverbraucherartikels sowie von Projekten und Programmen im Rahmen der wettbewerblichen Ausschreibungen (N5).

Prioritäre Massnahmen
Stromangebot

Auf der Seite des Stromangebots soll über Vorgaben zu einem Mindestanteil von Strom aus erneuerbaren Energien im Basisangebot (A1) ein Ausbau der Beteiligungen angestrebt werden. Bei der Stromproduktion im Kanton wird in einem ersten Schritt bis 2020 ein Ausbau der Produktionskapazitäten vor allem bei der Photovoltaik (A3) und bei fossil befeuerten WKK-Anlagen (A7) angestrebt. Damit die Wärme optimal genutzt werden kann, sind gleichzeitig die Wärmenetze auszubauen (A8). Eine wichtige Massnahme in Strategievariante 1 ist zudem der Ausbau der Beteiligungen (A10). Hier kann der Kanton als Aktionär der EKT auf deren Investitionsstrategie Einfluss nehmen. Zusätzlich sind aber Investitionen von kommunalen EVU und privaten Energieproduzenten (Genossenschaften) notwen-

dig. Weiter ist die Sicherung von Bezugsrechten für erneuerbaren Strom der Axpo (A11) von Bedeutung.

Bei den Rahmenbedingungen und begleitenden Massnahmen kommt der Eigentümerstrategie des Kantons für die EKT (R2) eine hohe Bedeutung zu, in der Ziele festzulegen sind bezüglich Energieeffizienz und eigenen Produktionsanlagen (im Kanton sowie Beteiligungen an Anlagen in der übrigen Schweiz bzw. im Ausland). Weiter geht es darum, die bisherigen Massnahmen fortzuführen, wie beispielsweise die kommunale Energieplanung (R1) und Massnahmen im Gebäudebereich (R3, R4, R5).

Rahmenbedingungen und begleitende Massnahmen

Die Zusammenstellung der Massnahmen pro Strategievariante enthält die folgenden Elemente:

Massnahme	Nummer und Kurzbezeichnung gemäss Kap. 6.2 bis 6.5
Konkrete Ausgestaltung	Kurze Erläuterung der Massnahme und Annahmen für die Berechnung von Wirkung und Kosten
Energetische Wirkung bis 2020	Wirkung auf die Stromnachfrage bzw. auf die Stromproduktion; Reduktion der jährlichen Nachfrage im Vergleich zur Referenzentwicklung bzw. Erhöhung der Jahresproduktion von 2010 bis 2020 Quantitative Schätzungen sind nicht bei allen Massnahmen möglich (n.q. = nicht quantifizierbar)
Relevanz für Zielerreichung	Einschätzung zur Bedeutung der Massnahme im Hinblick auf die Ziele pro Strategievariante (hoch, mittel, gering)
Kosten Kanton	Schätzung der Kosten für Vollzug und Förderbeiträge
Zuständigkeit K/G/EVU	Bezeichnung der Zuständigkeit für die Umsetzung der Massnahme: Kanton / Gemeinden / EVU (EKT, kommunale Werke)
Gesetzesanpassung	Notwendigkeit zur Anpassung der kantonalen gesetzlichen Grundlagen

Tabelle 6:
Erläuterung der Tabellen zu Massnahmen pro Strategievariante

Massnahme	Konkrete Ausgestaltung	Energetische Wirkung bis 2020 (im Vergleich zur Referenz)	Relevanz für Zielerreichung	Kosten Kanton	Zuständigkeit K / G / EVU	Gesetzesanpassung
N1	Elektrizitätstarife Bonusmodell: Rabatt von 10 bis 15 Prozent auf Stromkosten für Kunden, die mind. 10% gegenüber dem Vorjahr einsparen	-30 GWh/a	hoch	keine	K, G, EVU	ja
N3	Gebrauchsvorschriften national koordiniertes Vorgehen der Kantone (Revision der MuKEn bis 2014); Vorschriften bzgl. Beleuchtung von Strassen, Schaufenstern, Fassaden, elekt. Beheizung von Aussenräumen etc.	n.q.*	mittel	Vollzug 30 kCHF/a	K	ja
N4	Ersatz elektr. Widerstandsheizungen und Elektroboiler Vorschrift zum vollständigen Ersatz bis 2025 - Elektroheizungen rund 3'300 Stück - Elektroboiler rund 17'500 <i>Annahme: 30% ersetzt bis 2020</i>	Heizungen: -10 GWh/a Warmwasser: -11 GWh/a	hoch	Vollzug 10 kCHF/a	K	ja
N5	Effiziente Anlagen und Prozesse - Umsetzung Grossverbraucherartikel und Instrumente Bund - EVU entwickeln Projekte und Programme zur Teilnahme an den Wettbewerblichen Ausschreibungen (WeA)	-24 GWh/a Grossverbraucher -16 GWh/a WeA	hoch	Vollzug Grossverbraucherart. 50 kCHF/a	K, EVU	nein
N7	Smart Metering, Smart Technologies Unterstützung von Pilotprojekten zur Einführung von Smart Meters in Verbindung mit Smart Technologies zur Steuerung der Nachfrage	n.q.*	mittel	Beiträge für Projekte 30 kCHF/a	K, EVU	nein
Total		-91 GWh		0.1 Mio. CHF/a		

* Massnahmen wirken unterstützend zu finanziellen Anreizen und Vorgaben gemäss N1, N4, N5

Tabelle 7:
Massnahmen Strategievariante 1, Nachfrage

Massnahme	Konkrete Ausgestaltung	Energetische Wirkung bis 2020 (im Vergleich zur Referenz)	Relevanz für Zielerreichung	Kosten Kanton	Zuständigkeit K / G / EVU	Gesetzesanpassung	
A1	Vorschriften Stromqualität	Verpflichtung der EVU auf einen Mindestanteil von Strom aus erneuerbaren Energien im Basisangebot (via Eigentümerstrategie Gemeinden, Kanton)	n.q.	hoch	--	K, G, EVU	ja/nein
A3	Förderung Photovoltaik	- Bund: KEV und Investitionshilfen, Eigenverbrauchsregelung - Kanton: Investitionsbeiträge (25% der Investitionskosten) - Gemeinden/EVU: Investitionsbeiträge und/oder attraktive Einspeisetarife <i>Annahme 50% des Zubaus ab 2014 kantonal gefördert (bis 2013 gemäss Zahlen Förderprogramm)</i>	+19 GWh/a (Förderung Kanton) +14 GWh/a (KEV)	hoch	2'500 kCHF/a	K, G, EVU	nein
A4	Ausbau Biomasse-Nutzung	bisherige Förderung weiterführen: Beiträge an Machbarkeitsstudien, Holz-WKK-Anlagen und Investitionsbeiträge für Hofdüngeranlagen ohne Co-Substrate <i>Annahme: 2 kleinere landw. Biogasanlagen, 1 kleinere Holz-WKK-Anlage</i>	+2 GWh/a (inkl. KEV)	mittel	50 kCHF/a	K, EVU	nein
A5	Förderung Geothermie	finanzielle Unterstützung primär durch Bund (KEV, Risikoabsicherung), ergänzende kantonale Unterstützung für Machbarkeitsstudien und Projektentwicklung <i>Annahme: Kraftwerk Etwilen in Betrieb</i>	+30 GWh/a (inkl. KEV)	mittel	50 kCHF/a	K, EVU	nein
A6a	Abklärungen Machbarkeit / Strategieentwicklung Windenergie	Potenzialstudie erstellen (Windenergiestudie 2013 durchführen)	--	gering	20 kCHF/a	K, EVU	nein
A6b	Abklärungen Machbarkeit Kleinwasserkraft	Potenzialstudie erstellen	+1 GWh/a (inkl. KEV)	gering	--	K, EVU	nein
A7	Förderung dezentraler, fossil befeuerter WKK-Anlagen	- Vorgaben zur Erstellung von WKK-Anlagen bei grösseren Überbauungen - kantonale Förderung in Ergänzung zur vorgeschlagenen Förderung auf nationaler Ebene <i>Annahme: Investitionsbeitrag für 50% der Anlagen</i>	+70 GWh (inkl. Förderung Bund), Wirkung in Kombination mit A4, A8	mittel	3'500 kCHF/a	K, G	ja
A8	Förderung Wärmenetze	Ausbau der Förderung (in Kombination mit Vorgaben bzgl. WKK-Anlagen) <i>Annahme 150 Anschlüsse pro Jahr</i>	n.q. (Wirkung in Kombination mit A4, A7)	hoch	700 kCHF/a	K, G, EVU	nein
A9	Bewilligungsverfahren	„Best practice“ zusammen mit anderen Kantonen erarbeiten	n.q. (unterstützend für A3-A8)	mittel	Vollzug 10 kCHF/a	K, G, EVU	nein
A10	Ausbau Beteiligungen	- Kantonale Vorgaben für Investitionen der EKT in der übrigen Schweiz und im Ausland (über Eigentümerstrategie, R2) - Motivation zur Bereitstellung von Krediten für Investitionen der kommunalen und privaten Stromproduzenten	10-20 GWh/a (EKT) 0-20 GWh/a (kommunale/private EVU)	hoch	keine direkten Kosten; indirekte Kosten über tiefere Dividende	K, G, EVU	nein
A11	Sicherung Bezugsrechte Axpo	langfristige Sicherung von Bezugsrechten für Strom aus erneuerbaren Energien als Aktionär der Axpo; Beteiligung an erneuerbarer Stromproduktion der Axpo gemäss Aktien-Anteil von 12%	50 GWh/a	hoch	keine	K	nein
A12	Strategieentwicklung Power-to-gas Anlagen	Entwicklung einer Strategie zum Einsatz und der Verbreitung von Power-to-gas Anlagen	n.q.	niedrig	20 kCHF/a	K, EVU	nein
Total			+136 GWh*		6.9 Mio. CHF/a		

* inkl. Förderung über KEV, ohne Beteiligungen

Tabelle 8:
Massnahmen Strategievariante 1, Angebot

Massnahme	Konkrete Ausgestaltung	Energetische Wirkung bis 2020 (im Vergleich zur Referenz)	Relevanz für Zielerreichung	Kosten Kanton	Zuständigkeit K / G / EVU	Gesetzesanpassung
R1	Energierechtplanung - Umsetzung der Bestimmungen gemäss kantonalem Richtplan und Energiegesetz (§ 14c) - <u>Begleitung und finanzielle Unterstützung durch den Kanton</u>	n.q. (Voraussetzung/ Unterstützung für A4-A9)	mittel	Beiträge für Gemeinden 50 kCHF/a	K, G	nein
R2	Eigentümerstrategie EKT Verankerung von Zielen bezüglich Eigenproduktion/Beteiligungen und Energieeffizienz	n.q.	hoch	--	K	nein
R4	Bauvorschriften - Anreize für Energieeffizienz und Nutzung EE in kantonaler Gesetzgebung und kommunalen Bauordnungen verstärken - Umsetzung der Bestimmungen gemäss MuKE n 2014 - Gerätevorschriften bei Neubauten (z.B. A+++ für Kühlgeräte, A für restliche Geräte)	n.q. (Unterstützend für N6, A3), wichtig v.a. für CO ₂ -Reduktion Wärmebereich	mittel	--	K, G	ja
R5	Gebäudeprogramm - Fortführung des Programms - Gebäudeenergieausweis der Kantone als Voraussetzung für Förderbeiträge oder Handänderungen	-9 GWh/a (Strom), wichtig v.a. für CO ₂ -Reduktion Wärmebereich	mittel	keine Zusatzkosten, Förderbeiträge aus CO ₂ -Abgabe	K mit EnDK, Bund	nein
R6	Verdichtetes Bauen Umsetzung der Ziele gemäss kant. Richtplan, bauliche Entwicklung nach innen; Umsetzung Vorgaben gemäss Energierechtplanung (R1)	n.q.	mittel	--	K, G	nein
R7	Elektromobilität - Pilotprojekte mit integrativen Ansätzen (E-Mobilität, Stromproduktion und -speicherung) - Verankerung von Grundsätzen zur Ladeinfrastruktur in den kommunalen Bauordnungen	n.q.	gering	-- (Pilotprojekte bei B5 inbegr.)	K, G, EVU	nein
B1	Information, Beratung, Bildung - Aktivitäten Kanton, Gemeinde und EVU fortführen - Verankerung Aufgaben EVU in Leistungsauftrag <i>Annahme: 20% der Kosten für Info und Beratung werden als "strombezogen" angerechnet</i>	n.q.	mittel	180 kCHF/a	K, G, EVU	nein
B2	Vorbild öffentliche Hand - PV-Anlagen auf öffentlichen Gebäuden <i>Annahme: Nutzung von 20% der geeigneten Flächen, Zubau 1.1 MW bis 2020</i> - Spezialprojekte zur Vorbildwirkung der Öffentlichen Hand <i>Annahme: 80'000 CHF/a</i>	Produktion +1.1 GWh/a + Spezialprojekte (n.q.)	mittel	590 kCHF/a	K, G	nein
B3	Kantonale Beschaffung - Vorgaben bezüglich Energieeffizienz und erneuerbaren Energien in den Richtlinien für das kantonale Beschaffungswesen - Bezug von 50% Strom aus erneuerbarer, zertifizierter Produktion (Gesamtverbrauch eigene Gebäude und Mietliegenschaften, ohne Spitäler; abzügl. Eigenproduktion, vgl. B2) <i>Annahme Mehrkosten: 10 Rp./kWh</i>	Bezug von 4.4 bis 5.5 GWh/a Ökostrom (Menge sinkt mit steigender Eigenprod. vgl. B2)	mittel	440 - 550 kCHF/a	K	nein
B5	Pilot- und Demonstrationsanlagen Förderbeiträge für Entwicklungen bzgl. Stromspeicherung, integrierte Systeme (Wärme, Strom, Speicherung)	n.q.	mittel	100 kCHF/a	K, EVU	nein
B6	Kooperation Kanton -Gemeinden Weiterführung der Zusammenarbeit	n.q.	mittel	--	K, G	nein
Total		n.q.		1.4 Mio. CHF/a		

Tabelle 9:
Massnahmen Strategievariante 1, Rahmenbedingungen und begleitende Massnahmen

Wirkung und Kosten Strategievariante 1

Die Wirkung und Kosten der in Strategievariante 1 vorgesehenen Massnahmen werden wie folgt geschätzt:

- Reduktion der Stromnachfrage 2020: 91 GWh/a im Vergleich zur Referenzentwicklung („weiter wie bisher“)
 - Das Zwischenziel zur Stromnachfrage bis 2020 (-86 GWh/a gegenüber Referenz bzw. -20 GWh/a gegenüber 2010) wird mit diesen Massnahmen gemäss den Wirkungsschätzungen erreicht.
- Erhöhung der Stromproduktion im Kanton Thurgau: 136 GWh/a
 - Die Ziele zur Erhöhung der kantonalen Stromproduktion (+35 GWh/a aus erneuerbaren Energien, +70 GWh/a fossile WKK-Anlagen) werden mit diesen Massnahmen übertroffen. Die Ziele würden somit auch dann erreicht, wenn bis 2020 noch kein Geothermie-Kraftwerk in Betrieb ist.
- Erhöhung der Beteiligungen: 60-90 GWh/a
 - Ob das Zwischenziel zur Erhöhung der Beteiligungen an ausserkantonalen Anlagen (+76 GWh/a) erreicht wird, kann der Kanton nur teilweise beeinflussen. Die vorliegende Abschätzung der Wirkung bis 2020 geht davon aus, dass
 - a) sich der Kanton langfristige Bezugsrechte von 50 GWh/a an den geplanten Investitionen der Axpo sichern kann und die bestehenden Bezüge von Wasserkraftstrom fortgeführt werden.⁶⁸⁾
 - b) die EKT in ausserkantonale Anlagen investiert, die eine Jahresproduktion von 10-20 GWh/a erreichen.⁶⁹⁾
 Ausserhalb des direkten Einflussbereiches des Kantons sind die zusätzlichen Investitionen von kommunalen und/oder privaten Energieproduzenten, die mit einer Jahresproduktion von 0-20 GWh/a in die Wirkungsabschätzung eingehen.
- Förder- und Vollzugskosten Kanton: durchschnittlich 8.4 Mio. Franken pro Jahr. Zusätzlich zu diesen laufenden Kosten beim Vollzug der Massnahmen entstehen für den Kanton personelle und finanzielle Aufwendungen für die Einführung neuer oder die Überarbeitung bestehender Massnahmen (z.B. Ausarbeitung von gesetzlichen Grundlagen). Ob diese Aufwendungen mit den bestehenden Ressourcen gedeckt werden können, ist stark davon abhängig, in welchem Zeitraum welche Massnahmen umgesetzt werden sollen.

Die Ziele für 2020 werden mit den vorgesehenen Massnahmen der Strategievariante 1 erreicht. Verschiedene Massnahmen beeinflussen sich gegenseitig, deshalb kann die Wirkung einzelner Massnahmen nicht isoliert betrachtet werden. Die Abschätzungen basieren auf der Annahme, dass die

68) Die Axpo plant einen Ausbau der erneuerbaren jährlichen Stromproduktion bis 2030 um 5 TWh. Gemessen am kantonalen Aktienanteil von 12% würde der Anteil des Kantons TG bei 600 GWh/a liegen. Bei der bestehenden Stromproduktion aus Wasserkraft würde der kantonale Anteil bei knapp 1'000 GWh/a betragen (12% der Jahresproduktion von rund 8 TWh). Ob und unter welchen Bedingungen der Kanton TG jedoch langfristige Bezugsrechte für erneuerbaren Strom der Axpo sichern kann, ist unklar. Deshalb basiert die hier ausgewiesene Wirkung auf einer vorsichtigen Schätzung.

69) Dies entspricht Investitionen von rund 20 Mio. CHF, wobei die Kosten für einzelne Projekte stark von der jeweiligen Technologie und den Marktbedingungen abhängig sind.

in der Energiestrategie 2050 vorgeschlagenen Massnahmen des Bundes umgesetzt werden.

6.6.2 Massnahmen Strategievariante 2

Die Massnahmen zur Strategievariante 2 sind in Tabelle 10, Tabelle 11 und Tabelle 12 zusammengestellt.

Prioritäre Massnahmen
Stromnachfrage

Eine zentrale Massnahme in Strategievariante 2 ist eine Abgabe an das Gemeinwesen (Förderabgabe). Von Bedeutung zur Reduktion der Stromnachfrage im Kanton Thurgau sind zudem der Ersatz von Elektroheizungen und -boilern (N4) und die Umsetzung des Grossverbraucherartikels sowie von Projekten und Programmen im Rahmen der wettbewerblichen Ausschreibungen (N5). Die Wirkung der Förderabgabe wird unterstützt durch Informationen, finanzielle Anreize und Vorschriften zur Förderung der Effizienz im Alltag (N6).

Prioritäre Massnahmen
Stromangebot

Auf der Seite des Stromangebots sollen Vorgaben zu einem Mindestanteil von Strom aus erneuerbaren Energien im Basisangebot (A1) den Absatz von Strom aus erneuerbaren Energien erhöhen. Ein deutlicher Ausbau der Produktionskapazitäten auf Kantonsgebiet wird bei allen erneuerbaren Energien sowie bei fossil befeuerten WKK-Anlagen angestrebt und durch entsprechende Massnahmen gefördert (A2-A7). Damit die Wärme optimal genutzt werden kann, sind gleichzeitig die Wärmenetze auszubauen (A8). Als wichtige begleitende Massnahmen ist als Hilfestellung für Bewilligungsverfahren ein Leitfaden in Zusammenarbeit mit den Gemeinden und Projektentwicklern zu erstellen (A9). Schliesslich sind Beteiligungen an Anlagen in der übrigen Schweiz und im Ausland über Bezugsrechte für erneuerbaren Strom der Axpo zu sichern (A11). Die Entwicklung einer Strategie zum Einsatz von Power-to-Gas Anlagen (A12) ist relevant vor dem Hintergrund des verbreiteten Einsatzes erneuerbarer Energie und dezentraler, fossiler WKK-Anlagen.

Rahmenbedingungen und
begleitende Massnahmen

Bei den Rahmenbedingungen und begleitenden Massnahmen kommt auch in Strategievariante 2 der Eigentümerstrategie des Kantons für die EKT (R2) eine hohe Bedeutung zu, in der Ziele festzulegen sind bezüglich Energieeffizienz und eigenen Produktionsanlagen (im Kanton sowie Beteiligungen an Anlagen in der übrigen Schweiz bzw. im Ausland). Weitere wichtige Massnahmen sind zusätzliche Vorgaben in der Energierichtplanung bzw. in den Bauvorschriften (R1, R3) sowie eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen Kanton und Gemeinden (B6).

Massnahme	Konkrete Ausgestaltung	Energetische Wirkung bis 2020 (im Vergleich zur Referenz)	Relevanz für Zielerreichung	Kosten Kanton	Zuständigkeit K / G / EVU	Gesetzesanpassung
N1	Elektrizitätstarife - Förderabgabe von 10% der Kosten für die Netznutzung, ca. 0.8 Rp./kWh; Einnahmen ca. 13 Mio. CHF/a (für Förderung EE und Effizienz) - Lenkungsabgabe, differenziert nach Verbrauch (keine Abgabe bis zu einem bestimmten Verbrauch pro Kopf; für Verbrauch über dieser Grenze Abgabe von 5 Rp./kWh)	-50 GWh/a (Wirkung Tarifierhöhung)	hoch	keine (bestehende Strukturen für Erhebung der Abgabe und Verteilung Fördermittel)	K	ja
N3	Gebrauchsvorschriften national koordiniertes Vorgehen der Kantone (Revision der MuKE bis 2014); Vorschriften bzgl. Beleuchtung von Strassen, Schaufenstern, Fassaden, elekt. Beheizung von Aussenräumen etc.	n.q.*	mittel	Vollzug 30 kCHF/a	K	ja
N4	Ersatz elektr. Widerstandsheizungen und Elektroboiler Vorschrift zum vollständigen Ersatz bis 2025 - Elektroheizungen rund 3'300 Stück - Elektroboiler rund 17'500 <i>Annahme: 30% ersetzt bis 2020</i>	Heizungen: -10 GWh/a Warmwasser: -11 GWh/a	hoch	Vollzug 10 kCHF/a	K	ja
N5	Effiziente Anlagen und Prozesse - Umsetzung Grossverbraucherartikel und Instrumente Bund - EVU entwickeln Projekte und Programme zur Teilnahme an den Wettbewerblichen Ausschreibungen (WeA)	-24 GWh/a Grossverbraucher -16 GWh/a WeA	hoch	Vollzug Grossverbraucherart. 50 kCHF/a	K, EVU	nein
N6	Effizienz im Alltag - Informationsaktivitäten Energiefachstelle und EVU verstärken (vgl. B1) - Finanzielle Fördermassnahmen, z.B. Ersatz Haushaltgeräte <i>Annahme: Fördermassnahmen 1 Mio./Jahr, finanziert durch Förderabgabe</i>	-5 GWh/a durch finanz. Förderung + Wirkung Vorschriften und Info (n.q.*)	hoch	1'000 kCHF/a + Kosten Infoaktivitäten (bei B1 inbegr.)	K, G, EVU	nein
N7	Smart Metering, Smart Technologies Unterstützung von Pilotprojekten zur Einführung von Smart Meters in Verbindung mit Smart Technologies zur Steuerung der Nachfrage	n.q.*	mittel	Beiträge für Projekte 50 kCHF/a	K, EVU	nein
Total		-116 GWh		1.1 Mio. CHF/a		

* Massnahmen wirken unterstützend zu finanziellen Anreizen und Vorgaben gemäss N1, N4, N5

Tabelle 10:
Massnahmen Strategievariante 2, Nachfrage

Massnahme	Konkrete Ausgestaltung	Energetische Wirkung bis 2020 (im Vergleich zur Referenz)	Relevanz für Zielerreichung	Kosten Kanton	Zuständigkeit K / G / EVU	Gesetzesanpassung
A1	Vorschriften Stromqualität Verpflichtung der EVU auf einen Mindestanteil von Strom aus erneuerbaren Energien im Basisangebot (via Eigentümerstrategie Gemeinden, Kanton)	n.q.	hoch	--	K, G, EVU	ja/nein
A2	Vorfinanzierung KEV Vergütung Strom zu KEV-Tarifen solange ein Projekt auf der Warteliste ist; Finanzierung über Förderabgabe <i>Annahmen: Vergütung über 5 Jahre, Mehrkosten 0.12 CHF/kWh</i>	+11 GWh/a	mittel	680 kCHF/a	K, EVU	nein‡
A3	Förderung Photovoltaik - Bund: KEV und Investitionshilfen, Eigenverbrauchsregelung; - Kanton: Investitionsbeiträge (25% der Investitionskosten) - Gemeinden/EVU: Investitionsbeiträge und/oder attraktive Einspeisetarife <i>Annahme KEV wie Variante 1, restlicher Zubau kantonal gefördert (A2, A3)</i>	+30 GWh/a (Förderung Kanton) +14 GWh/a (KEV)	hoch	3'400 kCHF/a	K, G	nein‡
A4	Ausbau Biomasse-Nutzung bisherige Förderung weiterführen und zusätzliche Massnahmen - für Holz-WKK-Anlagen - für Biogasanlagen gemäss Biomasse-Strategie <i>Annahme: je 2 kleinere und mittlere landw. sowie 1 gewerbl.-industrielle Biogasanlage, 3 Holz-WKK</i>	+11 GWh/a (inkl. KEV)	mittel	100 kCHF/a	K, EVU	nein‡
A5	Förderung Geothermie finanzielle Unterstützung primär durch Bund (KEV, Risikoabsicherung), ergänzende kantonale Unterstützung für Machbarkeitsstudien und Projektentwicklung <i>Annahme: Kraftwerk Etzwilen in Betrieb</i>	+30 GWh/a (inkl. KEV)	hoch	100 kCHF/a	K, EVU	nein‡
A6a	Abklärungen Machbarkeit / Strategieentwicklung Windenergie - Potenzialstudie erstellen (Windenergiestudie 2013 durchführen) - finanzielle Unterstützung für Machbarkeitsstudien Windenergie	+10 GWh/a (inkl. KEV)	mittel	30 kCHF/a	K, EVU	nein‡
A6b	Abklärungen Machbarkeit Kleinwasserkraft - Potenzialstudie erstellen - finanzielle Unterstützung für die Optimierung bestehender Wasserkraftanlagen	+5 GWh/a (inkl. KEV)	gering	20 kCHF/a	K, EVU	nein‡
A7	Förderung dezentraler, fossil befeuerter WKK-Anlagen - Vorgaben zur Erstellung von WKK-Anlagen bei grösseren Überbauungen - kantonale Förderung in Ergänzung zur vorgeschlagenen Förderung auf nationaler Ebene <i>Annahme: Investitionsbeitrag für 50% der Anlagen</i>	+70 GWh/a (inkl. Förderung Bund), Wirkung in Kombination mit A4, A8	hoch	3'500 kCHF/a	K, G	ja
A8	Förderung Wärmenetze Ausbau der Förderung (in Kombination mit Vorgaben bzgl. WKK-Anlagen und Anschlusspflicht, vgl. R4) <i>Annahme 250 Anschlüsse pro Jahr</i>	n.q. (Wirkung in Kombination mit A4, A7)	hoch	1'100 kCHF/a	K, G, EVU	nein‡
A9	Bewilligungsverfahren - „Best practice“ zusammen mit anderen Kantonen erarbeiten - verstärkte Zusammenarbeit mit Gemeinden und Projektentwicklern	n.q. (unterstützend für A3-A8)	hoch	Vollzug 30 kCHF/a	K, G, EVU	nein
A11	Sicherung Bezugsrechte Axpo langfristige Sicherung von Bezugsrechten für Strom aus erneuerbaren Energien als Aktionär der Axpo	stabil gegenüber 2010	hoch	keine	K	nein
A12	Strategieentwicklung Power-to-gas Anlagen - Entwicklung einer Strategie zum Einsatz und der Verbreitung von Power-to-gas Anlagen	n.q.	mittel	50 kCHF/a	K, EVU	nein‡
Total		+181 GWh*		9 Mio. CHF/a		

Tabelle 11:

Massnahmen Strategievariante 2, Angebot

* inkl. Förderung über KEV

‡ Finanzierung über Förderabgabe braucht Gesetzesanpassung

Massnahme	Konkrete Ausgestaltung	Energetische Wirkung bis 2020 (im Vergleich zur Referenz)	Relevanz für Zielerreichung	Kosten Kanton	Zuständigkeit K / G / EVU	Gesetzesanpassung
R1	Energierichtplanung	- Umsetzung der Bestimmungen gemäss kantonalem Richtplan & Energiegesetz (§ 14c) - Begleitung und finanzielle Unterstützung durch den Kanton - Bezeichnung geeigneter Standorte für die Nutzung von erneuerbaren Energien im kant. Richtplan - Bestimmung der "energierelevanten" Gemeinden, die zu einer Energieplanung verpflichtet werden - Kantonale Vorgaben zur Ausscheidung von Gebieten für Energieparks und von Fernwärmezonen mit einer Anschlusspflicht (vgl. auch R4)	n.q. (Voraussetzung/Unterstützung für A4-A9)	hoch	Vollzug und Beiträge für Gemeinden 100 kCHF/a	K, G ja
R2	Eigentümerstrategie EKT	Verankerung von Zielen bezüglich Eigenproduktion/Beteiligungen und Energieeffizienz	n.q.	hoch	--	K nein
R4	Bauvorschriften	- Umsetzung der Bestimmungen gemäss MuKEn 2014 - Gerätevorschriften bei Neubauten (z.B. A++ für Kühlgeräte, A für restliche Geräte) - Vorschriften zum Anteil erneuerbarer Energien bei Neubauten - Vorschriften zur Nutzung EE bei Umbauten und Sanierungen (Gebäude, Haustechnik) - Kanton gibt Gemeinden die Kompetenz, im Zonenplan Gebiete mit Anordnungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zu bezeichnen (Bsp. ZH)	n.q. (Unterstützung für N6, A3), wichtig für CO ₂ -Reduktion Wärmebereich	hoch	--	K, G ja
R5	Gebäudeprogramm	- Fortführung des Programms - Gebäudeenergieausweis der Kantone als Voraussetzung für Förderbeiträge oder Handänderungen - Beiträge an Energiesanierung bei den schlechtesten Effizienzklassen nur während 15 Jahren ab Inkrafttreten der Gesetzesänderung <i>Annahme: Beschränkung auf 15 Jahre erhöht Sanierungsrate</i>	-12 GWh/a (Strom), wichtig v.a. für CO ₂ -Reduktion Wärmebereich	mittel	keine Zusatzkosten, Förderbeiträge aus CO ₂ -Abgabe	K mit EnDK, Bund nein
R6	Verdichtetes Bauen	Umsetzung der Ziele gemäss kant. Richtplan, bauliche Entwicklung nach innen; Umsetzung Vorgaben gemäss Energierichtplanung (R1)	n.q.	mittel	--	K, G nein
R7	Elektromobilität	- Pilotprojekte mit integrativen Ansätzen (E-Mobilität, Stromproduktion und -speicherung), vgl. B5 - Verankerung von Grundsätzen zur Ladeinfrastruktur in den kommunalen Bauordnungen - Ausarbeitung eines Programms zur Förderung von E-Mobilität über Einnahmen der bestehenden Verkehrssteuern (MFZ-Steuer)	n.q.	gering	-- (Pilotprojekte bei B5 inbegr.)	K, G, EVU nein
B1	Information, Beratung, Bildung	- Aktivitäten Kanton, Gemeinde und EVU ausbauen - Verankerung Aufgaben EVU in Leistungsauftrag - Beiträge für Energieunterricht an Schulen <i>Annahme: Verdoppelung der Ausgaben für "strombezogene Massnahmen" gegenüber Stand 2012</i>	n.q.	mittel	350 kCHF/a	K, G, EVU nein†
B2	Vorbild öffentliche Hand	- PV-Anlagen auf öffentlichen Gebäuden <i>Annahme: Nutzung von 80% der geeigneten Flächen, Zubau 4.4 MW bis 2020</i> - Spezialprojekte zur Vorbildwirkung der Öffentlichen Hand <i>Annahme: 200'000 CHF/a</i>	Produktion +4.4 GWh/a + Spezialprojekte (n.q.)	mittel	2'250 kCHF/a	K, G nein†
B3	Kantonale Beschaffung	- Vorgaben bezüglich Energieeffizienz und erneuerbaren Energien in den Richtlinien für das kantonale Beschaffungswesen - Bezug von 100% Strom aus erneuerbarer, zertifizierter Produktion (Gesamtverbrauch eigene Gebäude und Mietliegenschaften, ohne Spitäler, abzügl. Eigenproduktion vgl. B2) <i>Annahme Mehrkosten: 10 Rn./kWh</i>	Bezug von 6.5 bis 11 GWh/a Ökostrom (Menge sinkt mit steigender Eigenprod. vgl. B2)	mittel	650 - 1100 kCHF/a	K, G nein†
B4	Kriterien für Staatsbeiträge	Vorgaben bezüglich Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien bei kantonalen Beiträgen (z.B. für Turnhallen, Schulhäuser etc)	n.q.	mittel		K nein
B5	Pilot- und Demonstrationsanlagen	Förderbeiträge für Entwicklungen bzgl. Stromspeicherung, integrierte Systeme (Wärme, Strom, Speicherung)	n.q.	mittel	250 kCHF/a	K, EVU nein†
B6	Kooperation Kanton - Gemeinden	Verstärkte Zusammenarbeit: Abstimmung Fördermassnahmen, Bewilligungsverfahren, kommunale Energieplanung etc.	n.q.	hoch		K, G nein
Total		n.q.			3.8 Mio. CHF/a	

Tabelle 12:

Massnahmen Strategievariante 2, Rahmenbedingungen und begleitende Massnahmen

† Finanzierung über Förderabgabe braucht Gesetzesanpassung

Wirkung und Kosten Strategievariante 2

Die Wirkung und Kosten der in Strategievariante 2 vorgesehenen Massnahmen werden wie folgt geschätzt:

- Reduktion der Stromnachfrage 2020: 116 GWh/a im Vergleich zur Referenzentwicklung („weiter wie bisher“)
→ Das Zwischenziel zur Stromnachfrage bis 2020 (-111 GWh/a gegenüber Referenz bzw. -45 GWh/a gegenüber 2010) wird gemäss den Wirkungsschätzungen mit diesen Massnahmen erreicht.
- Erhöhung der Stromproduktion im Kanton Thurgau: 181 GWh/a
→ Die Ziele zur Erhöhung der kantonalen Stromproduktion (+90 GWh/a aus erneuerbaren Energien, +70 GWh/a fossile WKK-Anlagen) werden mit diesen Massnahmen übertroffen. Die Ziele würden somit auch dann erreicht, wenn bis 2020 nur 10 GWh/a statt wie in Etwilen prognostiziert 30 GWh/a Strom aus Geothermie produziert werden kann.
- Förder- und Vollzugskosten Kanton: durchschnittlich 14 Mio. Franken pro Jahr, wobei rund 13 Mio. Fr./a über die Förderabgabe finanziert werden. Wie in Variante 1 sind die personellen und finanziellen Aufwendungen für die Einführung neuer Massnahmen hier nicht enthalten und stark vom Zeitraum und Umfang abhängig, in dem neue Massnahmen umgesetzt oder bestehende angepasst werden sollen.

Für die Zielerreichung sind auch Anpassungen der Rahmenbedingungen, wie beispielsweise die Energierichtplanung, und begleitende Massnahmen notwendig, deren Wirkung nicht direkt quantifiziert werden kann.

Die Ziele für 2020 werden mit den vorgesehenen Massnahmen der Strategievariante 2 erreicht. Wie bei der Strategievariante 1 ist auch hier darauf hinzuweisen, dass die Wirkung der Massnahmen einerseits vom Zusammenspiel verschiedener kantonalen Massnahmen und andererseits von der Umsetzung der nationalen Massnahmen gemäss Energiestrategie 2050 abhängig ist.

6.6.3 Vergleich der Strategievarianten

Tabelle 13, Tabelle 14, Tabelle 15 und Tabelle 16 stellen die Massnahmenpakete der beiden Strategievarianten in den Bereichen Nachfrage, Angebot, Rahmenbedingungen und begleitende Massnahmen einander gegenüber.

Massnahme	Konkrete Ausgestaltung Strategievariante 1	Konkrete Ausgestaltung Strategievariante 2
N1 Elektrizitätstarife	Bonusmodell: Rabatt von 10 bis 15 Prozent auf Stromkosten für Kunden, die mind. 10% gegenüber dem Vorjahr einsparen	- Förderabgabe von 10% der Kosten für die Netznutzung, ca. 0.8 Rp./kWh; Einnahmen ca. 13 Mio. CHF/a (für Förderung EE und Effizienz) - Lenkungsabgabe, differenziert nach Verbrauch (keine Abgabe bis zu einem bestimmten Verbrauch pro Kopf; für Verbrauch über dieser Grenze Abgabe von 5 Rp./kWh)
N3 Gebrauchsvorschriften	national koordiniertes Vorgehen der Kantone (Revision der MuKE bis 2014); Vorschriften bzgl. Beleuchtung von Strassen, Schaufenstern, Fassaden, elektr. Beheizung von Aussenräumen etc.	wie Strategievariante 1
N4 Ersatz elektr. Widerstandsheizungen und Elektroboiler	Vorschrift zum vollständigen Ersatz bis 2025	wie Strategievariante 1
N5 Effiziente Anlagen und Prozesse	- Umsetzung Grossverbraucherartikel und Instrumente Bund - EVU entwickeln Projekte und Programme zur Teilnahme an den Wettbewerblichen Ausschreibungen (WeA)	wie Strategievariante 1
N6 Effizienz im Alltag	--	- Informationsaktivitäten Energiefachstelle und EVU verstärken (vgl. B1) - Finanzielle Fördermassnahmen, z.B. Ersatz Haushaltgeräte
N7 Smart Metering, Smart Technologies	Unterstützung von Pilotprojekten zur Einführung von Smart Meters in Verbindung mit Smart Technologies zur Steuerung der Nachfrage <i>Beiträge für Projekte 30 kCHF/a</i>	Unterstützung von Pilotprojekten zur Einführung von Smart Meters in Verbindung mit Smart Technologies zur Steuerung der Nachfrage <i>Beiträge für Projekte 50 kCHF/a</i>

Tabelle 13:
Massnahmen Nachfrage, Vergleich der beiden Strategievarianten

Massnahme	Konkrete Ausgestaltung Strategievariante 1	Konkrete Ausgestaltung Strategievariante 2
A1 Vorschriften Stromqualität	Verpflichtung der EVU auf einen Mindestanteil von Strom aus erneuerbaren Energien im Basisangebot (via Eigentümerstrategie Gemeinden, Kanton)	wie Strategievariante 1
A2 Vorfinanzierung KEV	--	Vergütung Strom zu KEV-Tarifen solange ein Projekt auf der Warteliste ist; Finanzierung über Förderabgabe
A3 Förderung Photovoltaik	- Bund: KEV und Investitionshilfen, Eigenverbrauchsregelung - Kanton: Investitionsbeiträge (25% der Investitionskosten) - Gemeinden/EVU: Investitionsbeiträge und/oder attraktive Einspeisetarife <i>Förderung Kanton: 2'500 kCHF/a</i>	- Bund: KEV und Investitionshilfen, Eigenverbrauchsregelung; - Kanton: Investitionsbeiträge (25% der Investitionskosten) - Gemeinden/EVU: Investitionsbeiträge und/oder attraktive Einspeisetarife <i>Förderung Kanton: 3'400 kCHF/a</i>
A4 Ausbau Biomasse-Nutzung	bisherige Förderung weiterführen: Beiträge an Machbarkeitsstudien, Holz-WKK-Anlagen und Investitionsbeiträge für Hofdüngeranlagen ohne Co-Substrate	bisherige Förderung weiterführen und zusätzliche Massnahmen - für Holz-WKK-Anlagen - für Biogasanlagen gemäss Biomasse-Strategie
A5 Förderung Geothermie	finanzielle Unterstützung primär durch Bund (KEV, Risikoabsicherung), ergänzende kantonale Unterstützung für Machbarkeitsstudien und Projektentwicklung <i>Förderung Kanton: 50 kCHF/a</i>	finanzielle Unterstützung primär durch Bund (KEV, Risikoabsicherung), ergänzende kantonale Unterstützung für Machbarkeitsstudien und Projektentwicklung <i>Förderung Kanton: 100 kCHF/a</i>
A6a Abklärungen Machbarkeit / Strategieentwicklung Windenergie	Potenzialstudie erstellen (Windenergiestudie 2013 durchführen)	- Potenzialstudie erstellen (Windenergiestudie 2013 durchführen) - finanzielle Unterstützung für Machbarkeitsstudien Windenergie
A6b Abklärungen Machbarkeit Kleinwasserkraft	Potenzialstudie erstellen	- Potenzialstudie erstellen - finanzielle Unterstützung für die Optimierung bestehender Wasserkraftanlagen
A7 Förderung dezentraler, fossil befeuerter WKK-Anlagen	- Vorgaben zur Erstellung von WKK-Anlagen bei grösseren Überbauungen - kantonale Förderung in Ergänzung zur vorgeschlagenen Förderung auf nationaler Ebene	wie Strategievariante 1
A8 Förderung Wärmenetze	Ausbau der Förderung (in Kombination mit Vorgaben bzgl. WKK-Anlagen) <i>Förderung: 700 kCHF/a</i>	Ausbau der Förderung (in Kombination mit Vorgaben bzgl. WKK-Anlagen und Anschlusspflicht, vgl. R4) <i>Förderung: 1'100 kCHF/a</i>
A9 Bewilligungsverfahren	„Best practice“ zusammen mit anderen Kantonen erarbeiten	- „Best practice“ zusammen mit anderen Kantonen erarbeiten - verstärkte Zusammenarbeit mit Gemeinden und Projektentwicklern
A10 Ausbau Beteiligungen	- Kantonale Vorgaben für Investitionen der EKT in der übrigen Schweiz und im Ausland (über Eigentümerstrategie, R2) - Motivation zur Bereitstellung von Krediten für Investitionen der kommunalen und privaten Stromproduzenten	--
A11 Sicherung Bezugsrechte Axpo	langfristige Sicherung von Bezugsrechten für Strom aus erneuerbaren Energien als Aktionär der Axpo; Beteiligung an erneuerbarer Stromproduktion der Axpo gemäss Aktien-Anteil von 12%	wie Strategievariante 1
A12 Strategieentwicklung Power-to-gas	Entwicklung einer Strategie zum Einsatz und der Verbreitung von Power-to-gas Anlagen	- Entwicklung einer Strategie zum Einsatz und der Verbreitung von Power-to-gas Anlagen - ergänzende kantonale Unterstützung für Projektentwicklung

Tabelle 14:
Massnahmen Angebot, Vergleich der beiden Strategievarianten

Massnahme	Konkrete Ausgestaltung Strategievariante 1	Konkrete Ausgestaltung Strategievariante 2
R1 Energierichtplanung	<ul style="list-style-type: none"> - Umsetzung der Bestimmungen gemäss kantonalem Richtplan und Energiegesetz (§ 14c) - Begleitung und finanzielle Unterstützung durch den Kanton 	<ul style="list-style-type: none"> - Umsetzung der Bestimmungen gemäss kantonalem Richtplan und Energiegesetz (§ 14c) - Begleitung und finanzielle Unterstützung durch den Kanton - Bezeichnung geeigneter Standorte für die Nutzung von erneuerbaren Energien im kant. Richtplan - Bestimmung der "energierlevanten" Gemeinden, die zu einer Energieplanung verpflichtet werden - Kantonale Vorgaben zur Ausscheidung von Gebieten für Energieparks und von Fernwärmezonen mit einer Anschlusspflicht (vgl. auch R4)
R2 Eigentümerstrategie EKT	Verankerung von Zielen bezüglich Eigenproduktion/Beteiligungen und Energieeffizienz	wie Strategievariante 1
R4 Bauvorschriften	<ul style="list-style-type: none"> - Umsetzung der Bestimmungen gemäss MuKE 2014 - Gerätevorschriften bei Neubauten (z.B. A++ für Kühlgeräte, A für restliche Geräte) - Anreize für Energieeffizienz und Nutzung EE in kantonaler Gesetzgebung und kommunalen Bauordnungen verstärken 	<ul style="list-style-type: none"> - Umsetzung der Bestimmungen gemäss MuKE 2014 - Gerätevorschriften bei Neubauten (z.B. A++ für Kühlgeräte, A für restliche Geräte) - Vorschriften zum Anteil erneuerbarer Energien bei Neubauten - Vorschriften zur Nutzung EE bei Umbauten und Sanierungen (Gebäude, Haustechnik) - Kanton gibt Gemeinden die Kompetenz, im Zonenplan Gebiete mit Anordnungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zu bezeichnen (Bsp. Kt. ZH)
R5 Gebäudeprogramm	<ul style="list-style-type: none"> - Fortführung des Programms - Gebäudeenergieausweis der Kantone als Voraussetzung für Förderbeiträge oder Handänderungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Fortführung des Programms - Gebäudeenergieausweis der Kantone als Voraussetzung für Förderbeiträge oder Handänderungen - Beiträge an Energiesanierung bei den schlechtesten Effizienzklassen nur während 15 Jahren ab Inkrafttreten der Gesetzesänderung
R6 Verdichtetes Bauen	Umsetzung der Ziele gemäss kant. Richtplan, bauliche Entwicklung nach innen; Umsetzung Vorgaben gemäss Energierichtplanung (R1)	wie Strategievariante 1
R7 Elektromobilität	<ul style="list-style-type: none"> - Pilotprojekte mit integrativen Ansätzen (E-Mobilität, Stromproduktion und -speicherung), vgl. B5 - Verankerung von Grundsätzen zur Ladeinfrastruktur in den kommunalen Bauordnungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Pilotprojekte mit integrativen Ansätzen (E-Mobilität, Stromproduktion und -speicherung), vgl. B5 - Verankerung von Grundsätzen zur Ladeinfrastruktur in den kommunalen Bauordnungen - Ausarbeitung eines Programms zur Förderung von E-Mobilität über Einnahmen der bestehenden Verkehrssteuern (MFZ-Steuer)

Tabelle 15:
Massnahmen Rahmenbedingungen, Vergleich der beiden Strategievarianten

Massnahme	Konkrete Ausgestaltung Strategievariante 1	Konkrete Ausgestaltung Strategievariante 2
B1 Information, Beratung, Bildung	- Aktivitäten Kanton, Gemeinde und EVU fortführen - Verankerung Aufgaben EVU in Leistungsauftrag	- Aktivitäten Kanton, Gemeinde und EVU ausbauen - Verankerung Aufgaben EVU in Leistungsauftrag - Beiträge für Energieunterricht an Schulen
B2 Vorbild öffentliche Hand	- PV-Anlagen auf öffentlichen Gebäuden, <i>Nutzung von 20% der geeigneten Flächen, Zubau 1.1 MW bis 2020</i> - Spezialprojekte zur Vorbildwirkung der Öffentlichen Hand, <i>eingesetzte Mittel 80 kCHF/a</i>	- PV-Anlagen auf öffentlichen Gebäuden, <i>Nutzung von 80% der geeigneten Flächen, Zubau 4.4 MW bis 2020</i> - Spezialprojekte zur Vorbildwirkung der Öffentlichen Hand, <i>eingesetzte Mittel 200 kCHF/a</i>
B3 Kantonale Beschaffung	- Vorgaben bezüglich Energieeffizienz und erneuerbaren Energien in den Richtlinien für das kantonale Beschaffungswesen - Bezug von 50% Strom aus erneuerbarer, zertifizierter Produktion (Gesamtverbrauch eigene Gebäude und Mietliegenschaften, ohne Spitäler; abzügl. Eigenproduktion, vgl. B2)	- Vorgaben bezüglich Energieeffizienz und erneuerbaren Energien in den Richtlinien für das kantonale Beschaffungswesen - Bezug von 100% Strom aus erneuerbarer, zertifizierter Produktion (Gesamtverbrauch eigene Gebäude und Mietliegenschaften, ohne Spitäler, abzügl. Eigenproduktion vgl. B2)
B4 Kriterien für Staatsbeiträge	--	Vorgaben bezüglich Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien bei kantonalen Beiträgen (z.B. für Turnhallen, Schulhäuser etc)
B5 Pilot- und Demonstrationsanlagen	Förderbeiträge für Entwicklungen bzgl. Stromspeicherung, integrierte Systeme (Wärme, Strom, Speicherung) <i>Förderung: 100 kCHF/a</i>	Förderbeiträge für Entwicklungen bzgl. Stromspeicherung, integrierte Systeme (Wärme, Strom, Speicherung) <i>Förderung: 250 kCHF/a</i>
B6 Kooperation Kanton -Gemeinden	Weiterführung der Zusammenarbeit	Verstärkte Zusammenarbeit: Abstimmung Fördermassnahmen, Bewilligungsverfahren, kommunale Energieplanung etc.

Tabelle 16:
Begleitende Massnahmen, Vergleich der beiden Strategievarianten

7 Auswirkungen der Strategievarianten

7.1 Investitionskosten

Die Investitionskosten werden anhand des Zubaus der installierten Leistung (in 10-Jahres-Schritten) und den durchschnittlichen Kosten für den Bau neuer Anlagen berechnet. Die Kosten liegen insgesamt bei 1'300 Mio. Franken in Variante 1 und bei 1'550 Mio. Franken in Variante 2. Gemessen am kantonalen BIP (Stand 2010) entsprechen die durchschnittlich rund 30 bzw. 40 Mio. Franken pro Jahr 0.2% bzw. 0.3%.⁷⁰⁾ Der Investitionsbedarf ist im Zeitraum von 2021-2030 am höchsten; von 2011-2020 liegt er bei durchschnittlich 23 bzw. 29 Mio. Franken pro Jahr.

Investitionen in Produktionsanlagen in Strategievariante 2 rund 19% höher

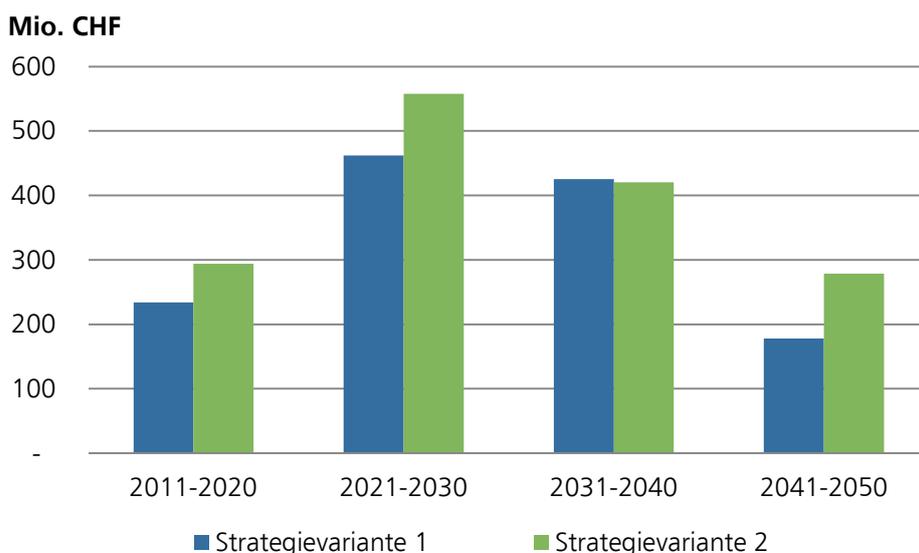


Abbildung 18: Investitionskosten (Kosten für den Bau neuer Anlagen) in Mio. Franken

Die Entwicklung der Investitionskosten ist von technologischen Fortschritten und weiteren Faktoren abhängig und deshalb mit einigen Unsicherheiten verbunden. Die vorliegende Berechnung basiert auf erwarteten Richtwerten, die gemäss den bisherigen Erfahrungen und aktuell verfügbaren Datengrundlagen als plausibel beurteilt werden.⁷¹⁾

Unsicherheiten bei zukünftigen Investitionskosten

70) BIP Kanton Thurgau: 13.6 Mrd. Franken (2010), Quelle: Bundesamt für Statistik

71) Grundlagen zu Investitionskosten vgl. Anhang A9

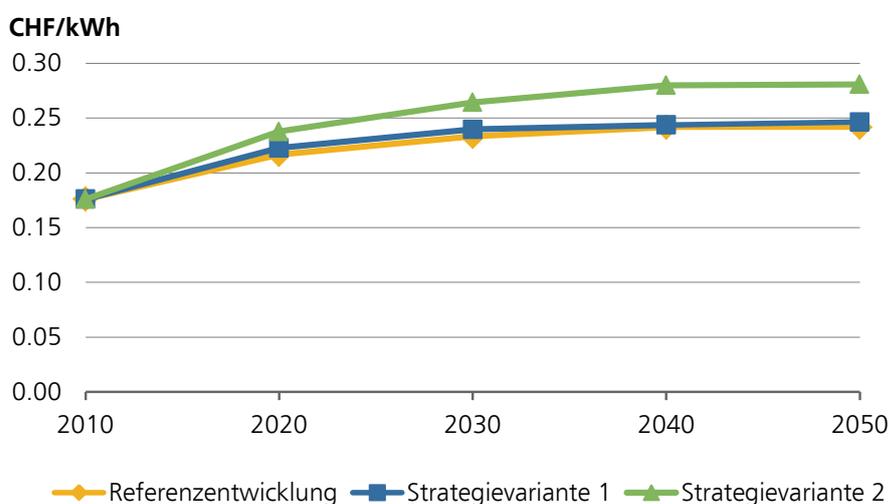
7.2 Stromkosten

Strompreise

Strompreise in
Strategievariante 2 max. 15%
höher als in Variante 1

Die Strompreise setzen sich zusammen aus den Kosten für Energielieferung, Netznutzung sowie Abgaben. Die Entwicklung in den beiden Strategievarianten wird der Referenzentwicklung gegenübergestellt (Abbildung 19).⁷²⁾ In der Strategievariante 1 entsprechen die Strompreise etwa der Referenzentwicklung (max. plus 3%), sie steigen bis auf maximal 25 Rp./kWh. In Strategievariante 2 sind sie mit bis zu 28 Rp./kWh um maximal 16% höher als in der Referenzentwicklung.

Abbildung 19:
Entwicklung Strompreise
2010-2050



Strompreise abhängig von
wirtschaftlichen, technischen
und politischen Entwicklungen

Die Entwicklung der Strompreise ist von den Investitions- und Betriebskosten für Produktionsanlagen (inkl. Brennstoffkosten für WKK-Anlagen), von Kosten für Netzausbau und Abgaben auf nationaler Ebene abhängig. Diese werden beeinflusst von wirtschaftlichen, technischen, politischen und rechtlichen Entwicklungen, die mit einigen Unsicherheiten verbunden sind. Die vorliegende Schätzung orientiert sich an den heute bestehenden Grundlagen und erwarteten Werten zur zukünftigen Entwicklung.

Ausgaben für Strom

Die Ausgaben für Strom werden anhand der Nachfrage und den Strompreisen berechnet. Diese Ausgaben pro Jahrzehnt werden für die beiden Strategievarianten sowie für die Referenzentwicklung⁷³⁾ ausgewiesen (Abbildung 20).

72) Die Referenzentwicklung der Strompreise basiert auf den Energieperspektiven 2050 des Bundes. In den beiden Strategievarianten werden die Mehrkosten für die Energielieferung anhand der Gesteungskosten berechnet. Zudem wird in Strategievariante 2 ein Förderzuschlag von 0.8 Rp./kWh eingerechnet (vgl. Kap. 6.6.2) und 0.5 Rp./kWh Mehrkosten für Netzausbauten sowie Regelleistung und -energie. Weitere Grundlagen zu Strompreisen vgl. Anhang A9

73) Referenzentwicklung bzgl. Nachfrage entspricht dem Szenario „Weiter wie bisher“; die Referenzentwicklung bei den Strompreisen ist im Abschnitt zu Strompreisen beschrieben.

Die Ausgaben für den Stromverbrauch im Kanton Thurgau liegen über die vier Jahrzehnte bei insgesamt 16.3 Mia. Franken in der Referenzentwicklung. In den beiden Strategievarianten sind die Kosten mit 15.2 Mia. Franken (Variante 1) bzw. 15.6 Mia. Franken tiefer. Dies ist auf den tieferen Verbrauch im Vergleich zur Referenzentwicklung zurückzuführen. Gemessen am kantonalen BIP (Stand 2010) machen die Ausgaben für Strom in beiden Strategievarianten von 2011-2020 durchschnittlich rund 2.5% aus. Bei konstantem BIP würde der Anteil auf rund 3% steigen, bei einem Anstieg des BIP um 70% bis 2050 (wie in den Energieperspektiven unterstellt, vgl. Kap. 4.2.1) machen die Stromausgaben im Jahr 2050 noch 1.8% des BIP aus.

Ausgaben für Stromverbrauch in Strategievariante 2 rund 3% höher als in Variante 1

Mio. CHF

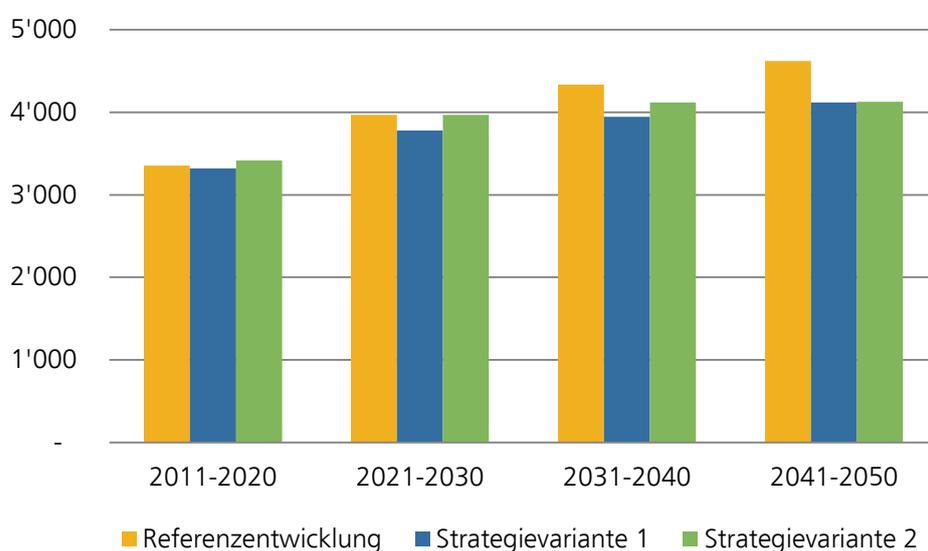


Abbildung 20:
Ausgaben für den Strombezug
in Mio. Franken

7.3 Förder- und Vollzugskosten

Für den Kanton entstehen Kosten für Massnahmen bezüglich Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien. Die durchschnittlichen Kosten für die Massnahmen in den beiden Strategievarianten bis 2020 werden auf insgesamt 8.4 Mio. Franken pro Jahr in Variante 1 bzw. 14 Mio. Franken pro Jahr in Variante 2 geschätzt (vgl. Kap. 6.6). In Strategievariante 2 stehen diesen Kosten Einnahmen von jährlich rund 13 Mio. Franken aus der Förderabgabe gegenüber. Die zur Förderung der effizienten Stromnutzung und der Stromproduktion vorgeschlagenen Massnahmen könnten somit weitgehend über die Förderabgabe finanziert werden. In Variante 1 hingegen wären diese Kosten aus allgemeinen Steuermitteln zu finanzieren.

Kosten für kantonale Massnahmen bis 2020 in Strategievariante 2 knapp 70% höher, über Förderabgabe finanziert

Kosten für weitere Fördermassnahmen Bund, Gemeinden, Private

In diesen Kosten sind nur die kantonalen Massnahmen berücksichtigt, nicht aber die Förderung über nationale Instrumente (z.B. KEV). Ebenso sind zusätzliche Förderbeiträge von Gemeinden, privaten Unternehmen oder Vereinen (z.B. Solarstrompool) nicht inbegriffen in den hier ausgewiesenen Förder- und Vollzugskosten.

7.4 Regionale Wertschöpfung

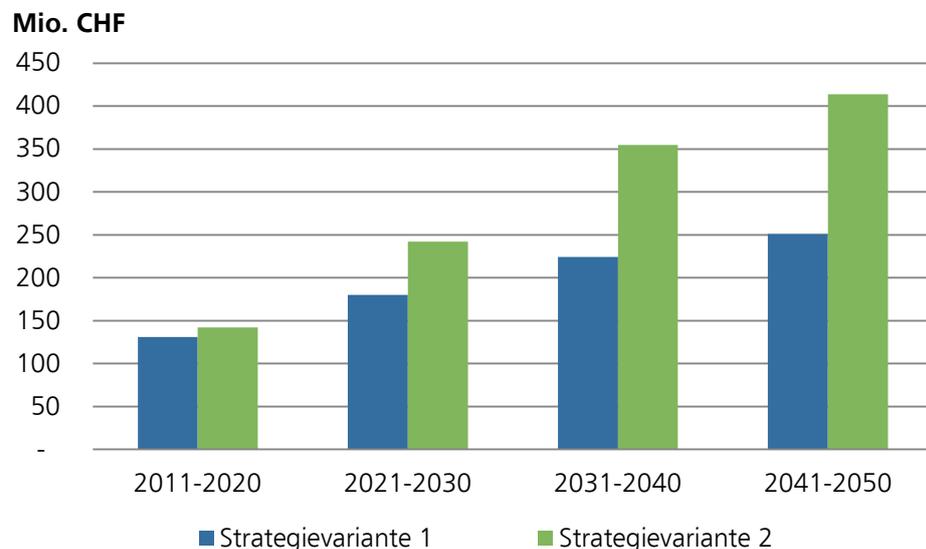
Anteile regionaler Wertschöpfung je nach Technologie unterschiedlich

Die regionale Wertschöpfung wird anhand der Ausgaben für die Stromproduktion und dem Anteil der regionalen Wertschöpfung geschätzt. Der Anteil der regionalen Wertschöpfung unterscheidet sich je nach Technologie sehr stark. Die höchsten Anteile an regionaler Wertschöpfung entstehen beim Einsatz von Biomasse und Kleinwasserkraft. Auch der Einsatz von Photovoltaik führt zu nennenswerten Anteilen an regionaler Wertschöpfung. Bei der Windenergie werden die meisten Anlagekomponenten im Ausland hergestellt und die im Ausland ausgelöste Wertschöpfung übersteigt jene, die regional und in der übrigen Schweiz ausgelöst wird. Bei Beteiligungen (Schweiz und Ausland), Kauf von Zertifikaten sowie Kernkraft entsteht nur wenig Wertschöpfung im Kanton.

Regionale Wertschöpfung in Strategievariante 2 knapp 50% höher

Der Vergleich der beiden Strategievarianten zeigt über den Zeitraum 2010-2050 eine regionale Wertschöpfung von rund 780 Mio. Franken in Variante 1 bzw. 1'140 Mio. Franken in Variante 2. Die Unterschiede zwischen den beiden Varianten nehmen zu aufgrund der steigenden kantonalen Stromproduktion in der Strategievariante 2. Diese Schätzungen zeigen die Grössenordnung der zu erwartenden regionalen Wertschöpfung. Sie basieren auf groben Richtwerten zu den Anteilen der direkten Wertschöpfung, die in der Region generiert wird.

Abbildung 21:
Regionale Wertschöpfung
in Mio. Franken



7.5 Anreize für Innovationen und Lerneffekte

Für eine kostengünstige und ausreichende Stromversorgung ist die Erforschung und Entwicklung neuer, effizienter Technologien wichtig. Innovationen basieren einerseits auf Neuerungen bei Technologien und andererseits auf der Entwicklung von Dienstleistungen, Organisationsformen und Abläufen bei der Anwendung von Technologien. Bei der Untersuchung von Auswirkungen der beiden Strategievarianten auf Innovationsanreize sind neben technologischen Fortschritten auch Entwicklungen bei Anwendungen von bestehenden Technologien zu berücksichtigen. Bei beiden Strategievarianten ist eine Steigerung der Nachfrage in den Märkten zur Stromproduktion aus erneuerbaren Energien, zum effizienten Stromeinsatz und zur Stromspeicherung zu erwarten.

Politikinduzierte Nachfragesteigerungen zeigen unterschiedliche Innovationswirkungen (Hoppmann et al. 2013). Einerseits steigen die Gesamtausgaben für Innovationsaktivitäten in einem grösseren Markt. Andererseits verlagern Firmen bei erhöhter Nachfrage vorübergehend ihre Kapazitäten einseitig in die Produktion und vernachlässigen die Forschung und Entwicklung neuer Technologien. Diese Zusammenhänge konnten im Kontext des Deutschen Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) nachgewiesen werden (EFI 2013). Eine Untersuchung der deutschen Einspeisevergütung ergab, dass diese Politikmassnahme vor allem international innovationsfördernd wirkt und für eine Erhöhung der nationalen Innovationswirkung ergänzend eine direkte Förderung von Forschung und Entwicklung notwendig ist (Peters et al. 2012). Für die Schweiz als kleine offene Volkswirtschaft sind diese aus internationalen Erfahrungen gewonnenen Erkenntnisse zu relativieren. Eigene Forschung und Entwicklung ist vor allem in Unternehmen von Bedeutung, welche in Stufen der Wertschöpfungskette mit hohen Exportanteilen tätig sind (Rütter+Partner 2013). Die Wirkung eines schweizerischen Ausbaus erneuerbarer Energien auf den internationalen Markt für Produkte und Dienstleistungen zur Nutzung erneuerbarer Energien ist aufgrund des tiefen Schweizer Marktanteils begrenzt.

Die in den beiden Strategievarianten vorgesehenen Massnahmen werden aufgrund der oben ausgeführten Erkenntnisse nur geringe Innovationswirkungen im international geprägten Markt für Komponenten und Anlagen auslösen. Chancen für Innovations- und Lerneffekte bei Unternehmen im Kanton Thurgau bestehen in Stufen der Wertschöpfungsketten mit hohen regionalen Anteilen, wie Dienstleistungen, Montage/Installation und Handel/Vertrieb. Innovationswirkungen und Lerneffekte sind bei der Projektierung und Realisierung von Anlagen zu erwarten. Zudem können die Massnahmen zur Stromnachfrage in allen Branchen Anreize für innovative Lösungen und Lerneffekte bei der Steigerung der Energieeffizienz setzen.

Innovations- und Lerneffekte bei der Entwicklung und Anwendung von Technologien

Erkenntnisse aus internationalen und nationalen Erfahrungen

Auswirkungen der Strategievarianten auf Innovationen im Kanton Thurgau

Verstärkte Anreize durch ambitioniertere Ziele in Strategievariante 2

In beiden Strategievarianten sind also vor allem bei der Realisierung von Effizienzmassnahmen und Produktionsanlagen positive Anreize bezüglich Innovations- und Lerneffekten zu erwarten. Für Strategievariante 2 werden aufgrund des deutlicheren Fokus auf die regionale Energieerzeugung sowie die ambitionierteren Ziele zum Stromverbrauch stärkere Effekte erwartet als in Variante 1. Strategievariante 2 bietet zudem aufgrund des verbreiteten Einsatzes von dezentralen Energieerzeugungsanlagen mit teilweise fluktuierender Produktion Chancen für Anreize in der Anwendung von innovativen Speicherlösungen, intelligenten Systemen der Verbrauchssteuerung und im Bereich der „vernetzten Energiesysteme“. Strategievariante 1 bietet durch den Fokus auf Beteiligungen in der übrigen Schweiz und im Ausland Chancen zur Entwicklung von innovativen Lösungen und zum Ausbau des Know-how im Bereich Planung von Energieerzeugungsanlagen sowie Entwicklung von Finanzierungs- und Beteiligungsmodellen.

7.6 Umwelt

Bei der Beurteilung der Umweltwirkungen werden die folgenden drei Aspekte berücksichtigt: Umweltbelastung (gemessen in Umweltbelastungspunkten), Treibhausgasemissionen, Landschaft und Biodiversität. Die Auswirkungen sind abhängig vom jeweiligen Strommix, wobei für Anlagen im Ausland auch die für die Schweiz ermittelten Wirkungsfaktoren verwendet werden (vgl. Anhang A9).

Umweltbelastung

Geringe Unterschiede zwischen den beiden Strategievarianten

Die Belastung der Umwelt wird anhand von Umweltbelastungspunkten ausgewiesen (siehe Exkurs). Im Vergleich zum heutigen Strommix sinken die Belastungen in beiden Varianten um über 60%. Die abnehmende Belastung ist darauf zurückzuführen, dass Atomenergie ersetzt wird durch Technologien mit geringeren Umweltwirkungen (vgl. Umweltbelastung pro Kilowattstunde, Anhang A9).

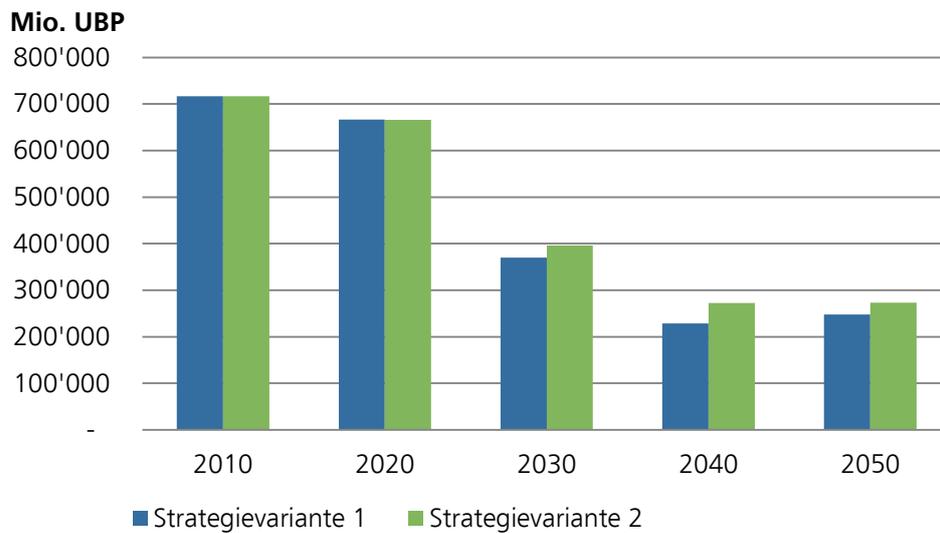


Abbildung 22:
Umweltbelastung durch
Strommix (in Mio. UBP)

Die Methode der ökologischen Knappheit berechnet die Umweltbelastung von Produkten, Prozessen oder Dienstleistungen. Sie ermöglicht eine vergleichende Beurteilung verschiedener Umwelteinwirkungen. Das Resultat wird in Umweltbelastungspunkten (UBP) ausgedrückt.

Für die Berechnung der Umweltbelastung werden die physischen Flüsse (Emissionen und Rohstoffverbräuche) zur Herstellung, Nutzung und Entsorgung des untersuchten Produkts mit einem substanzspezifischen Wirkungsfaktor multipliziert. Dieser Wirkungsfaktor drückt das Schadensausmass der jeweiligen Substanz aus. So resultiert ein Wert für die Gesamtumweltbelastung, der verschiedene Wirkungskategorien umfasst (z.B. toxische Wirkungen, Versauerung, etc.). Nicht berücksichtigt sind die Auswirkungen auf Landschaften und Biodiversität. Die Umweltauswirkungen werden gewichtet, indem sie in Relation zu einem Zielwert gesetzt werden.

In der Methode der ökologischen Knappheit spiegeln diese Gewichtungsfaktoren schweizerische Emissionsgrenzwerte und politische Umweltziele wider (Frischknecht et al. 2008). Sie basieren auf den aktuellen Produktionsprozessen; zukünftige Entwicklungen wie beispielsweise Effizienzsteigerungen mit Auswirkungen auf die Umweltbelastungen sind in den vorliegenden Analysen nicht berücksichtigt.

Die spezifischen Belastungen der Stromproduktion (UBP pro Kilowattstunde) basieren auf aktuellen Daten zu Primärenergiefaktoren und Umweltauswirkungen von Energiesystemen (ESU-services 2012).

Exkurs
Umweltbelastungspunkte (UBP)

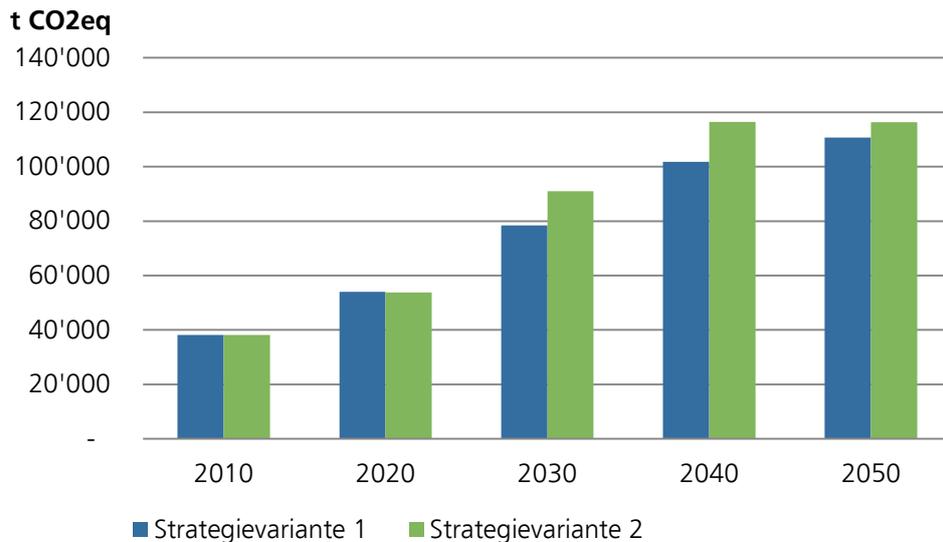
Treibhausgasemissionen

Die klimarelevanten Auswirkungen werden in CO₂-Äquivalenten gemessen. Die Auswirkungen auf das Klima sind in beiden Strategievarianten im Gegensatz zu den Umweltbelastungspunkten bis 2050 zunehmend. Die Emissionen steigen im Vergleich zu 2010 um den Faktor 2.9 in Variante 1 bzw. um das Dreifache in Variante 2. Dieser Anstieg entspricht rund 6% der heutigen CO₂-Emissionen des Kantons Thurgau (Stand 2010). Der Anstieg im Vergleich zu 2010 ist einerseits darauf zurückzuführen, dass die CO₂-

Deutlicher Anstieg der CO₂-
Emissionen

arme Kernenergie durch andere Energieträger ersetzt wird.⁷⁴⁾ Andererseits fallen insbesondere in Strategievariante 2 die zusätzlichen Emissionen aus fossil betriebenen WKK-Anlagen ins Gewicht. Bei der Interpretation der Entwicklung der CO₂-Emissionen ist zu beachten, dass eine Referenzentwicklung – eine Entwicklung mit Ausstieg aus der Kernenergie aber ohne weitergehende politische Massnahmen – zu einem stärkeren Anstieg der CO₂-Emissionen führen würde⁷⁵⁾.

Abbildung 23:
Emissionen in Tonnen
CO₂-Äquivalenten,
mit CO₂-Kompensation bei 50%
der fossilen WKK-Anlagen und
unter Berücksichtigung der
Substitution bestehender fossiler
Feuerungen



CO₂-Intensität der
Stromproduktion gemäss
heutigen Technologien

Wie bei den Berechnungen zu den Umweltbelastungspunkten ist anzumerken, dass sich die CO₂-Intensität der Stromproduktion auf den heutigen Technologien und Prozessen basiert; zukünftige Entwicklungen sind dabei nicht berücksichtigt.

Kompensationspflicht und
Substitution fossiler
Energieträger Wärmeproduktion

Die obigen Berechnungen zeigen eine Nettobilanz. Darin ist einerseits die vorgesehene Kompensationspflicht (gemäss Energiestrategie 2050 des Bundes) eingerechnet.⁷⁶⁾ Ausgehend von einem Anteil von 50% durch den Bund geförderte Anlagen, werden die Hälfte der Emissionen kompensiert. Andererseits wird bei den nicht kompensierten Emissionen berücksichtigt,

74) vgl. Zahlen zur CO₂-Intensität der Stromproduktion in Anhang A9

75) Als einfacher Vergleich kann die Deckung der Stromnachfrage 2050 der Referenzentwicklung durch Import von Strom aus dem Europäischen Verbundsystem (UCTE-Mix) herangezogen werden. Dies würde zu CO₂-Emissionen in der Höhe von rund 750'000 Tonnen CO₂ führen. Dabei wird eine CO₂-Intensität des UCTE-Mix im Jahr 2050 von 380 gCO₂/kWh angenommen: Der heutige UCTE-Mix weist eine CO₂-Intensität von rund 600 gCO₂/kWh auf. Gemäss einer Studie zu den Treibhausgasemissionen der europäischen Stromversorgung (PSI 2002) erscheint eine Reduktion der CO₂-Intensität um 37% realistisch.

76) WKK-Anlagen und die Energiestrategie 2050 des Bundes: Der Entwurf des Energiegesetzes vom 28. September 2012 legt Ziele für den Ausbau der Elektrizität aus WKK-Anlagen fest: Bis im Jahr 2025 soll die installierte Leistung von fossil und teilweise fossil befeuerten WKK-Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von 0.35 MW bis 20 MW bei mindestens 1000 MW liegen (Art. 3). Zur Erreichung dieses Ziels sieht der Gesetzesentwurf eine Förderung über ein Vergütungssystem vor (Art. 31 und 32). Die so geförderten WKK-Anlagen gelten als Kraftwerke nach CO₂-Gesetz für welche die verursachten CO₂-Emissionen vollumfänglich zu kompensieren sind (vorgesehene Änderung in Art. 22 CO₂-Gesetz).

dass die WKK-Anlagen bestehende Heizöl- und Erdgasheizungen ersetzen können. Eine Abschätzung zeigt, dass knapp 52% der CO₂-Emissionen der zusätzlich installierten fossilen WKK-Anlagen keine zusätzlichen Emissionen im Sinne der Nettobilanz darstellen, da mit ihnen fossile Feuerungen mit einem CO₂-Ausstoss in diesem Umfang ersetzt werden.⁷⁷⁾

Ohne Kompensation und ohne Berücksichtigung der Substitutionswirkung steigen die Emissionen in Strategievariante deutlich stärker an, wie die folgende Abbildung zeigt.

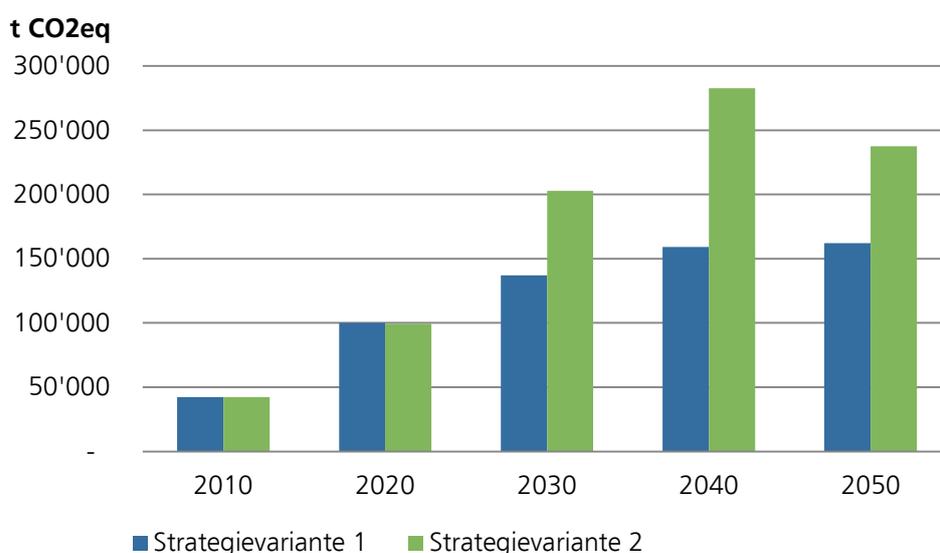


Abbildung 24:
Emissionen in Tonnen
CO₂-Äquivalenten,
ohne CO₂-Kompensation und
Substitutionswirkung
bei fossilen WKK-Anlagen

Landschaft und Biodiversität

In den obigen Analysen nicht berücksichtigt sind Auswirkungen auf Landschaften und die Biodiversität. Landschaften und Lebensräume sind primär von lokalen Auswirkungen der Anlagen zur Stromerzeugung und -übertragung betroffen. Die beiden Strategievarianten unterscheiden sich insbesondere darin, *wo* diese Auswirkungen anfallen:

- In *Strategievariante 1* stammt mehr als die Hälfte des Stroms aus Beteiligungen in der übrigen Schweiz oder im Ausland. Somit sind in erster Linie Landschaften und Lebensräume ausserhalb des Kantons betroffen von Auswirkungen der Stromproduktion sowie der Übertragungsleitungen für den Stromimport.
- In *Strategievariante 2* stammen rund zwei Drittel des Stroms aus kantonalen Produktion. Die wichtigsten Energieträger, die Sonnenenergie und die Geothermie, haben jedoch geringe Auswirkungen auf Landschaft und Biodiversität. Bei der Biomasse, Windenergie und Wasser-

Hauptunterschied zwischen den
Varianten: Standort der Anlagen
und der damit verbundenen
Auswirkungen

77) Als zentrale Annahme wird getroffen, dass neue WKK-Anlagen zu 45% Ölfeuerungen und zu 28% Erdgasfeuerungen ersetzen (gemäss heutigem Bestand der Energieträger Gebäudewärme im Kanton Thurgau; Stand 2011).

kraft sind die Ziele unter Berücksichtigung von ökologischen Einschränkungen festgelegt, so dass die Auswirkungen auf Landschaft und Biodiversität minimiert werden.

Übergeordnete Planung und Festlegung von geeigneten Gebieten zur Minimierung der Auswirkungen

Damit die Auswirkungen gering gehalten und trotzdem die angestrebten Ziele zur Stromproduktion erreicht werden können, braucht es eine übergeordnete Planung, in der für die Nutzung erneuerbarer Energien geeignete Gebiete festgelegt werden. Dabei werden Abwägungen zwischen Nutz- und Schutzinteressen unabhängig von konkreten Projekten gemacht. Besonders heikel sind neue Kleinwasserkraftwerke an bislang unverbauten Gewässerabschnitten, da diese Anlagen gegenüber der erzielten Energieproduktion verhältnismässig grosse Auswirkungen auf die Biodiversität und Landschaft haben. Bei der Wasserkraft stehen daher Optimierungen bestehender Kraftwerke im Vordergrund.

7.7 Versorgungssicherheit

Definition Versorgungssicherheit

Versorgungssicherheit bedeutet, dass eine stets ausreichende und ununterbrochene Bereitstellung der nachgefragten Energien – unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit – gewährleistet ist (UVEK 2012). Die ausreichende und ununterbrochene Energiebereitstellung beinhaltet technische und geopolitische Aspekte:

- technisch: Übereinstimmung von Produktion und Nachfrage, Netzkapazitäten
- geopolitisch: Abhängigkeit von anderen Staaten

Versorgungssicherheit bei Beteiligungen abhängig von Energieträgern und Ort

Die Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit sind davon abhängig, wie sich das Portfolio der Beteiligungen zusammensetzt (Energieträger, geographische Verteilung). Die Zusammensetzung resultiert aus unternehmerischen Entscheiden und Beurteilungen einzelner Investitionsmöglichkeiten.

Die beiden Strategievarianten zeigen bezüglich Versorgungssicherheit die folgenden Auswirkungen:

Technisch: Herausforderungen bezüglich volatiler Produktion und Netzkapazitäten in Gesamtkontext Schweiz und Europa zu lösen

Für die Versorgungssicherheit aus *technischer* Sicht ist der Ausbau der erneuerbaren Energien mit Risiken verbunden, da damit ein Wechsel zu unregelmässig anfallenden Stromquellen verbunden ist. Dies gilt insbesondere für die volatile Stromproduktion in Solar- und Windanlagen. Diese Risiken werden in beiden Strategievarianten dadurch gemindert, dass ein Strommix aus verschiedenen Energiequellen angestrebt wird.

Die beiden Strategievarianten zeigen im Vergleich keine klaren Vor- oder Nachteile bezüglich der technischen Versorgungssicherheit: In Variante 1 sind insbesondere Risiken bezüglich der Netzkapazitäten für den Transport des Stroms aus den Anlagen ausserhalb des Kantons (Beteiligungen) zu berücksichtigen. Bei Variante 2 sind die Risiken der volatilen Produktion höher, da mehr Solarstrom angestrebt wird.

In beiden Strategievarianten sind begleitende Massnahmen zur Steuerung von Stromnachfrage und -produktion, Netzausbau und Stromspeicherung vorzusehen. Die kantonale Stromversorgung ist eingebettet in den schweizerischen und europäischen Strommarkt und die mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien verbundenen Versorgungsrisiken sind unter Berücksichtigung dieser Einbettung anzugehen.⁷⁸⁾

Aus *geopolitischer Perspektive* ist die Substitution der Kernenergie durch lokal verfügbare, erneuerbare Energiequellen positiv zu beurteilen. Die Unterschiede zwischen den beiden Strategievarianten sind insgesamt gering, da die Primärenergieträger für die Stromproduktion in beiden Varianten breit diversifiziert sind. Variante 2 hat den Vorteil einer erhöhten Eigenproduktion im Kanton Thurgau und damit sind geringere Energieimporte notwendig als in Variante 1. Ein Nachteil von Variante 2 ist die höhere Abhängigkeit von Gasimporten aufgrund des höheren Anteils fossiler Stromproduktion in WKK-Anlagen.

Geopolitisch: geringe Risiken durch Diversifizierung der Energieträger

78) Fragen zur Übereinstimmung von Stromproduktion und -nachfrage im Kanton Thurgau und Lösungsansätze über Speicherung, Nachfragesteuerung etc. werden von der ETH Zürich in einer Studie untersucht, die Ende 2013 publiziert werden soll. Auswirkungen bezüglich Netzkapazitäten werden im Bericht Stromnetze Thurgau untersucht, der ab Herbst 2013 erarbeitet wird.

7.8 Auswirkungen im Überblick

Beide Strategievarianten zeigen Vor- und Nachteile

Die Auswirkungen der beiden Strategievarianten anhand der oben beschriebenen Kriterien sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass es sich um Grössenordnungen, basierend auf erwarteten Richtwerten handelt. In der Gegenüberstellung der beiden Varianten zeigen beide Vor- und Nachteile bezüglich einzelner Kriterien. Eine Gesamtbewertung ist abhängig von der politischen Gewichtung der verschiedenen Vor- und Nachteile.

Tabelle 17:
Auswirkungen der
Strategievarianten

Kriterium	Strategievariante 1	Strategievariante 2
Investitionskosten 2010-2050	1'300 Mio. Franken	1'550 Mio. Franken
Strompreise	max. 3% über Referenzentwicklung	max. 16% über Referenzentwicklung
Ausgaben für Strom 2010-2050	15'200 Mio. Franken	15'600 Mio. Franken
Förder- und Vollzugskosten	8.4 Mio. Fr./a	14 Mio. Fr./a, davon 13 Mio. Fr./a finanziert über Förderabgabe
Regionale Wertschöpfung	780 Mio. Franken	1'140 Mio. Franken
Anreize für Innovationen und Lerneffekte	Positive Anreize bei Projektierung von Anlagen, effizienter Stromverbrauch	Positive Anreize bei Projektierung und Realisierung von Anlagen, effizienter Stromverbrauch. Chancen in der Anwendung von Speicherlösungen und „vernetzter Energiesysteme“
Umweltbelastung	2010-2050: - 65%	2010-2050: - 62%
Treibhausgasemissionen Stromproduktion inkl. CO ₂ -Kompensation und Berücksichtigung der Substitution bestehender fossiler Feuerungen	2010-2050: + 190% bzw. +5.7% der Emissionen im Kanton Thurgau	2010-2050: + 200% bzw. +6.1% der Emissionen im Kanton Thurgau
Versorgungssicherheit	Reduzierte Risiken: Substitution Kernenergie durch erneuerbare, lokale Energieträger Erhöhte Risiken bzgl. Stromtransport bei Beteiligungen im Ausland	Reduzierte Risiken: Substitution Kernenergie durch erneuerbare, lokale Energieträger Erhöhte technische Risiken durch volatile Produktion

Bei Ausgestaltung und Umsetzung einzelner Massnahmen sind Auswirkungen umfassend zu prüfen

Die vorliegende Beurteilung zeigt eine erste Abschätzung von Auswirkungen der Strategievarianten. Bei der Ausgestaltung und Umsetzung einzelner Massnahmen sollen energetische, ökologische, soziale und ökonomische Auswirkungen berücksichtigt werden.

8 Monitoring der Zielerreichung

Die beiden erarbeiteten Strategievarianten definieren langfristige Ziele und Zwischenziele pro Jahrzehnt, um Wege aufzuzeigen, wie ein kernenergiefreier Strommix erreicht werden kann. Die vorgeschlagenen Massnahmen konzentrieren sich auf die bis 2020 definierten Ziele. Dabei stehen die Massnahmen im Kontext von verschiedenen Einflussfaktoren, wie Wirtschaftslage, nationale Energiepolitik und technologischer Fortschritt, deren Verlauf nicht mit Sicherheit vorausgesagt werden kann. Ergibt sich eine Entwicklung, die signifikant von den in dieser Studie getroffenen Annahmen abweicht, sind die Massnahmen nach Bedarf anzupassen. Ein Monitoring liefert die Grundlage, die Auswirkungen solcher Entwicklungen zu erkennen und zeitnah notwendige Anpassungen vornehmen zu können.

Ziel des Monitorings

In Bezug auf die Indikatoren, die für ein Monitoring eingesetzt werden können, lassen sich Leistungs- und Wirkungsindikatoren unterscheiden. Leistungsindikatoren messen Kennzahlen zur Leistungserstellung, wie z.B. die Anzahl geförderter Photovoltaikanlagen. Die Anwendung dieser Art von Indikatoren hat eine lange Tradition im Zusammenhang mit der Wirkungsorientierten Verwaltungsführung.

Leistungsindikatoren

Das Monitoring der Zielerreichung der gewählten Strategie sollte sich auf wenige Indikatoren (fünf bis max. zehn Kennzahlen) beschränken, welche auf die Zielerreichung in den Bereichen Nachfrage und Angebot fokussieren. Diese Wirkungsindikatoren messen die Entwicklung bezüglich Stromnachfrage und -angebot.

Wirkungsindikatoren zur Messung der Zielerreichung

Der Stromverbrauch kann mit einem einzelnen Indikator abgedeckt werden. Dabei soll die gesamte an Kundinnen und Kunden im Kanton Thurgau gelieferte Strommenge erfasst werden. Auf eine Aufteilung nach Verbraucherkategorien soll verzichtet werden, da eine solche Kategorisierung nicht einheitlich vorgenommen wird (vgl. Kap. 3.2) und die Ermittlung der entsprechenden Datengrundlagen mit einem bedeutenden Mehraufwand verbunden wäre.

Indikator zu Stromnachfrage

Auf der Seite des Angebots sollen die Indikatoren einerseits die drei Hauptstossrichtungen der zwei Strategievarianten abbilden und andererseits das Hauptziel, die Unabhängigkeit von Elektrizität aus Kernenergie. Weiter soll die Entwicklung der CO₂-Emissionen durch die Stromerzeugung im Kanton Thurgau beobachtet werden:

Indikatoren zu Stromangebot

- Erzeugung erneuerbarer Elektrizität auf Kantonsgebiet (nach Technologie).
- Erzeugung von Elektrizität durch fossile WKK-Anlagen auf Kantonsgebiet.

<p>Räumliche Trennung von Angebot und Nachfrage durch Strommarktöffnung erschwert Datenerhebung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Beteiligungen an Anlagen zur erneuerbaren Stromproduktion (mit Schwerpunkt auf EKT und grosse Stadtwerke, inkl. langfristige Bezugsrechte als Aktionär der Axpo). • Anteile verschiedener Energieträger am Strommix des Kantons Thurgau. • CO₂-Emissionen durch die Stromerzeugung im Kanton Thurgau.
<p>Konkretisierung Monitoringkonzept</p>	<p>Eine besondere Herausforderung bei der Datenerhebung ergibt sich als Folge der Strommarktöffnung. Einerseits werden Thurgauer EVU vermehrt auch ausserkantonale Kundinnen und Kunden beliefern und andererseits werden ausserkantonale Stromanbieter vermehrt im Kanton Thurgau tätig sein. Zur Messung des Anteils verschiedener Energieträger am Strommix im Kanton Thurgau sollen deshalb wenn möglich zwei verschiedene Datengrundlagen verwendet werden: Erstens der Strommix der Thurgauer EVU und zweitens der von kantonalen Endkunden bezogene Strom. Während Informationen zum Strommix der EVU (Lieferantenmix oder Produktmix) bereits heute jährlich ausgewiesen werden,⁷⁹⁾ liegen bisher keine Daten zur Zusammensetzung des auf Kantonsgebiet bezogenen Stroms vor.</p>
<p>Einbettung in den Gesamtkontext des Energiesystems</p>	<p>Die Details des Monitoringkonzeptes, wie das Vorgehen zur Datenbeschaffung und die Häufigkeit der Datenerhebung sind im Anschluss an die politischen Grundsatzentscheide zu konkretisieren. Als Grundlage dienen die Datenreihen zur bisherigen Entwicklung, die in der Ist-Analyse (vgl. Kap. 3) aufgearbeitet wurden. Die Beschreibung der anhand der Indikatoren beobachteten Entwicklungen soll durch eine Interpretation dieser Entwicklungen und Erläuterungen zu verschiedenen Einflussfaktoren ergänzt werden.</p> <p>Bei der Erarbeitung und Durchführung des Monitorings ist auf eine Einbettung in den Gesamtkontext des Energiesystems zu achten. Dabei ist eine Abstimmung mit der im Aufbau begriffenen Gesamtenergiestatistik Thurgau vorzunehmen. Komplexere Zusammenhänge, wie z.B. die durch die Massnahmen ausgelöste regionale Wertschöpfung oder die Entwicklung des Umfelds (Gestehungskosten etc.), können durch vertiefende Studien abgedeckt werden. Diese dienen der Ergänzung des Monitorings und müssen nicht in der gleichen Regelmässigkeit wie das Monitoring durchgeführt werden.</p>
<p>Vergleich mit nationaler Entwicklung und anderen Kantonen</p>	<p>Das Monitoring wird einen Vergleich der Entwicklung im Kanton Thurgau mit jener auf Bundesebene und in anderen Kantonen erlauben. Ein solcher Vergleich ist jedoch nur zulässig unter Beachtung der unterschiedlichen regionalen Voraussetzungen. Der Einfluss dieser Unterschiede wird deutlich in der in Kap. 3 erarbeiteten Ist-Analyse für den Kanton Thurgau.</p>

79) Pflicht zur Stromkennzeichnung gemäss Energieverordnung, vgl. www.stromkennzeichnung.ch

9 Synthese

Die Bevölkerung und die Politik im Kanton Thurgau haben klare Zeichen gesetzt für einen energiepolitischen Kurs, der auf Energieeffizienz und erneuerbare Energien setzt. Die Entwicklung der Stromnachfrage zeigt aber, dass die bisherigen Zielsetzungen deutlich verfehlt wurden. Dies trotz hohen, noch längst nicht ausgeschöpften Effizienzpotenzialen. Auch bei der Nutzung erneuerbarer Energien für die Stromproduktion bestehen noch grosse ungenutzte Potenziale, insbesondere bei der Photovoltaik. Mit den anhand heute absehbarer Technologien möglichen Potenzialen ist es schwierig, die kantonale Stromnachfrage vollständig mit kantonal produziertem Strom aus erneuerbaren Energien zu decken.

→ *Im Kanton Thurgau bestehen grosse Potenziale, die bei der Umsetzung der Strategie für einen kernenergiefreien Strommix zu nutzen sind. Stromimporte aus der übrigen Schweiz oder aus dem Ausland spielen aber auch zukünftig eine wichtige Rolle.*

Die Umsetzung einer Strategie für einen kernenergiefreien Strommix im Kanton Thurgau ist eingebettet in politische, rechtliche, wirtschaftliche und technologische Entwicklungen, die ausserhalb des Einflussbereichs des Kantons sind. Von Bedeutung sind insbesondere die nationalen Aktivitäten. Im Rahmen der Energiestrategie 2050 hat der Bundesrat ein umfassendes Massnahmenpaket verabschiedet, das ab Herbst 2013 im Parlament beraten wird. Auch in Bezug auf die Strommarktöffnung sowie der Einbindung der Schweiz in den internationalen Strommarkt stehen in den kommenden Jahren einige Entscheide an und viele Fragen zur Umsetzung sind auf nationaler und internationaler Ebene noch zu klären.

→ *Die kantonalen Massnahmen sollen auf die nationalen und internationalen Rahmenbedingungen abgestimmt sein und überprüft werden, wenn wichtige Entscheidungen auf nationaler Ebene gefällt werden.*

Bei der Reduktion des Stromverbrauchs bestehen sehr grosse Potenziale. Viele Faktoren erschweren jedoch die Reduktion. Andere Energieträger sollen durch Elektrizität substituiert werden (Elektromobilität, Wärmepumpen), verschiedene Effekte steigern die Nachfrage (Komfortsteigerungen, Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum) und die Preise an den internationalen Strombörsen sind in den letzten Jahren gesunken. Die Effizienzziele in den vorliegenden Strategievarianten sind daher ambitioniert und verlangen deutlich verstärkte Effizienzsteigerungen.

→ *Damit die Effizienzpotenziale ausgeschöpft werden, braucht es einen Mix von zusätzlichen, wirkungsvollen Massnahmen, von Information und Beratung über finanzielle Anreize bis hin zu Vorschriften. Diese Massnahmen sollen auch darauf zielen, durch Verhaltensänderungen mögliche Einsparpotenziale auszuschöpfen.*

Ausgangslage und Potenziale im Kanton Thurgau

Kontext nationale Energiepolitik und Strommarkt

Ambitionierte Stromverbrauchsziele durch gesteigerte Effizienz und Verhaltensänderungen erreichen

Verschiedene Alternativen zur Deckung der Stromnachfrage

Der Bezug von Atomstrom soll schrittweise reduziert und bis 2035 vollständig ersetzt werden. Parallel dazu sollen die folgenden Alternativen ausgebaut werden, die in den beiden Strategievarianten unterschiedlich stark gewichtet werden: erneuerbare Stromproduktion im Kanton Thurgau, Beteiligungen an Anlagen zur erneuerbaren Stromproduktion in der übrigen Schweiz und im Ausland, dezentrale Stromproduktion aus Erdgas und anderen fossilen Energieträgern in WKK-Anlagen und Kauf von Zertifikaten für erneuerbaren Strom.

→ *Entscheidungen für Investitionen in Produktionsanlagen und Beteiligungen werden von Privatpersonen und Unternehmen getroffen. Der Kanton kann durch entsprechende politische Rahmenbedingungen sowie durch die Eigentümerstrategien Einfluss nehmen.*

Zwei Strategievarianten zeigen mögliche Zielsetzungen bis 2050 auf

Die vorliegenden Strategievarianten zeigen zwei mögliche Wege auf, wie ein kernenergiefreier Strommix im Kanton Thurgau erreicht werden kann. Dabei unterscheiden sich die beiden Varianten einerseits bei den Zielen zur Stromnachfrage: In Variante 1 soll die Stromnachfrage bis ins Jahr 2050 stabilisiert werden bei rund 1'700 GWh/a. In Variante 2 wird bis ins Jahr 2050 gegenüber 2010 eine Reduktion um rund 13% auf 1'450 GWh/a angestrebt. Andererseits unterscheiden sich die Varianten darin, wie die Stromnachfrage gedeckt werden soll: In Variante 1 spielen Beteiligungen in der übrigen Schweiz und im Ausland eine wichtige Rolle, in Variante 2 steht die Nutzung der erneuerbaren Energien im Kanton im Vordergrund.

→ *In den beiden Strategievarianten werden Zielsetzungen bezüglich Stromnachfrage und -produktion formuliert. Aus den langfristigen Zielen bis 2050 sind Zwischenziele abzuleiten und in einem ersten Schritt der Fokus auf die Zielerreichung bis 2020 zu setzen.*

Unterschiedliche Auswirkungen der Strategievarianten

Die Auswirkungen der beiden Strategievarianten und der entsprechenden Massnahmenpakete zeigen, dass die Ausgaben für Strom insgesamt über den Zeitraum bis 2050 in beiden Varianten in der gleichen Grössenordnung liegen. In Variante 2 sind die Strompreise etwas höher, in Variante 1 der Stromverbrauch. Zur Zielerreichung werden in Variante 1 Kosten von durchschnittlich 8.4 Mio. Franken pro Jahr erwartet, welche durch Steuermittel zu finanzieren sind. Für die Zielerreichung in Variante 2 sind zusätzliche Massnahmen notwendig. Von den insgesamt anfallenden Kosten von rund 14 Mio. Franken pro Jahr sollen 13 Mio. Franken pro Jahr über eine Förderabgabe gedeckt werden. Die erforderlichen Investitionen sind in Variante 2 höher, ebenso die regionale Wertschöpfung. In beiden Varianten sinkt die Umweltbelastung gegenüber heute deutlich. Bei den Treibhausgasemissionen ist im Vergleich zu heute ein Anstieg zu verzeichnen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Kernenergie im Vergleich zu den meisten anderen Energieträgern bezüglich Gesamtumweltbelastung schlechter und bezüglich CO₂-Emissionen besser abschneidet. Im Vergleich zu einer Referenzentwicklung, basierend auf Analysen zum zukünftigen europäischen Strommix, wird jedoch in beiden Varianten eine deutlich bessere CO₂-Bilanz erreicht.

→ Die beiden Strategievarianten zeigen unterschiedliche positive und negative Auswirkungen. Die verschiedenen Vor- und Nachteile sind im politischen Prozess zu gewichten und gegeneinander abzuwägen.

Der vorliegende Grundlagenbericht zeigt Zielsetzungen über einen Zeitraum von rund 40 Jahren auf. Eine langfristige Perspektive ist hinsichtlich eines Umbaus der Stromversorgung wichtig, da die dafür erforderliche Infrastruktur schrittweise anzupassen ist. Die zukünftigen Entwicklungen sind jedoch mit Unsicherheiten verbunden und die vorliegenden Analysen basieren auf erwarteten Richtwerten. Insbesondere bei der Stromspeicherung sowie der intelligenten Steuerung und Abstimmung von Produktion und Nachfrage sind technologische Fortschritte zu erwarten.

Unsicherheiten bezüglich technologischen, wirtschaftlichen, politischen und rechtlichen Entwicklungen

→ Die Ziele einer Strategie für einen kernenergiefreien Strommix sind schrittweise umzusetzen. Mit den vorgeschlagenen Massnahmen sollen die Zwischenziele bis 2020 erreicht werden. Ein laufendes Monitoring der Zielerreichung ist wichtig, damit auf Entwicklungen reagiert werden kann, die mit den angestrebten Zielen nicht konsistent sind.

Die vorgeschlagenen Massnahmen setzen primär bei der Stromnachfrage und beim Stromangebot an. Darüber hinaus werden begleitende Massnahmen wie Information, Beratung oder Vorbildwirkung vorgeschlagen. Zudem kann der Kanton über allgemeine (energie-)politische Rahmenbedingungen Einfluss nehmen, z.B. über die Energierichtplanung, Eigentümerstrategie EKT oder Vorschriften bezüglich Bau und Siedlungsentwicklung. Auch wenn die Wirkung und der direkte Nutzen dieser Massnahmen oft nicht direkt nachgewiesen werden können, sind sie wichtig für die Zielerreichung.

Bedeutung energiepolitischer Rahmenbedingungen und begleitender Massnahmen

→ Für eine erfolgreiche Umsetzung der beschriebenen Strategien ist ein Paket von gut aufeinander abgestimmten Massnahmen unabdingbar. Die Rahmenbedingungen sind im Kontext des gesamten Energiesystems und unter Berücksichtigung von Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Energieträgern und Anwendungen sowie der ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen festzulegen.

Der Ausstieg aus der Kernenergie ist eine Aufgabe für verschiedene Akteure. Die politischen Zuständigkeiten sind verteilt auf nationaler, kantonaler und kommunaler Ebene. Auch die in der Energiestrategie 2050 des Bundes vorgeschlagenen Massnahmen erfordern eine aktive Mitarbeit der Kantone und Gemeinden. Weitere zahlreiche Akteure sind von den Zielen und Massnahmen der nationalen, kantonalen und kommunalen Energiepolitik betroffen.

Kooperation verschiedener Akteure

→ Der Ausstieg aus der Kernenergie bedingt ein Zusammenspiel der verschiedenen politischen Ebenen Bund, Kantone und Gemeinden. Für die Zielerreichung sind der Einbezug von Wirtschaft und Bevölkerung sowie ein breites Engagement aller Akteure zentral.

10 Stellungnahmen

Standpunkte der Arbeitsgruppe

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe, die zur Begleitung des vorliegenden Grundlagenberichtes eingesetzt wurde, haben in den Workshops und in schriftlichen Stellungnahmen ihr Fachwissen und ihre Standpunkte eingebracht. Die Mitarbeit der Arbeitsgruppe hat dazu beigetragen, mit dem vorliegenden Bericht eine gute Grundlage für politische Entscheidungen zur zukünftigen Stromversorgung im Kanton Thurgau zu schaffen. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe sind in unterschiedlichen Umfeldern tätig, in denen sie sich für erneuerbare Energien und Energieeffizienz einsetzen.

Arbeitsgruppe bringt Fachwissen und Standpunkte bei Erarbeitung des Grundlagenberichtes ein

Die Erarbeitung einer Strategie für eine Stromversorgung ohne Kernenergie im Kanton Thurgau wird grundsätzlich begrüsst. Die Arbeitsgruppe unterstützt zusätzliche Anstrengungen zur Erhöhung der Energieeffizienz. Die angestrebten Ziele zur Stabilisierung oder Reduktion des Stromverbrauchs werden jedoch als eine grosse Herausforderung angesehen. Zudem wird darauf hingewiesen, dass Effizienzmassnahmen im Kontext des gesamten Energiesystems zu beurteilen sind. Die Substitution fossiler Energieträger kann die Stromnachfrage steigern, die Energieeffizienz über alle Energieträger betrachtet jedoch erhöhen. Die Arbeitsgruppe ist sich auch einig darüber, dass der Anteil der erneuerbaren Stromproduktion erhöht werden soll. Unterschiedlich beurteilt und gewichtet werden jedoch die Bedeutung einzelner Technologien und der Ort der Stromproduktion. Während ein Teil der Arbeitsgruppe in erster Linie den Ausbau der erneuerbaren Energien auf Kantonsgebiet vorantreiben möchte, setzen andere verstärkt auf Importe.

Erarbeitung Strategie wird begrüsst, aber mit unterschiedlichen Schwerpunkten

Die Arbeitsgruppe weist darauf hin, dass die Strategie im Kanton Thurgau abgestimmt werden soll auf die Massnahmen, die der Bund im Rahmen der Energiestrategie 2050 umsetzt. Es bestehen jedoch unterschiedliche Standpunkte dazu, wie rasch und in welchem Umfang der Kanton Thurgau eigene Massnahmen umsetzen soll. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe setzen unterschiedliche Schwerpunkte bei den einzelnen Zielsetzungen und Massnahmen. Die verwaltungsexternen Mitglieder der Arbeitsgruppe wurden dazu eingeladen, ihre Schwerpunkte in einer kurzen Stellungnahme festzuhalten. Die erhaltenen Stellungnahmen werden nachfolgend in der Reihenfolge des Eingangs aufgeführt.

Stellungnahmen der Arbeitsgruppen-Mitglieder

Initiant des Antrages, Thomas Böhni

Betrachtet man die Umsetzungskosten für die Strategiever. 1 und 2 von 8.4. Mio resp. 14 Mio Fr. pro Jahr und vergleicht man diese Aufwendungen mit den aktuell ermittelten Stilllegungs-, Rückbau- und Endlagerkosten unserer AKW-Anlagen von 20,7 Milliarden, dann fällt auf, dass die Bevölkerung des Kantons Thurgaus dafür während 50 Jahren bereits heute 26 Mio Fr pro Jahr aufbringen musste und weiterhin muss. Es ist also keinesfalls so, dass die „Energiewende“ zusätzliche Kosten verursacht. Vielmehr können mit der Stilllegung der AKW's längerfristig auch Kosten eingespart und vor allem Risiken reduziert werden.

Die aktuelle Strompreisentwicklung auf dem europäischen Strommarkt zeigt, dass ein längerfristig tiefer Strompreis denkbar ist. Diese Entwicklung ist auch in der Schweiz bereits spürbar. Geht man davon aus, dass sich dies verstärkt fortsetzen wird, dann sind die Stromsparziele der vorliegenden Arbeit schwer umsetzbar. Deshalb denke ich, dass diese Ziele nicht erreicht werden können. Tiefe, europäische Strompreise können die Wirtschaftlichkeit unserer Stromkonzerne stark einschränken. **Der Kanton (Regierung) als Miteigentümer der Axpo/EKT sollte sich deshalb prioritär, eingehend und umgehend diesem Thema annehmen, damit die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit unserer Stromkonzerne weiterhin gegeben ist und damit die Finanzierung des „AKW-Stilllegungsfond“ gesichert ist.**

Den Zukauf von Zertifikaten lehnte die Arbeitsgruppe grossmehrheitlich ab, trotzdem hat der Lenkungsausschuss diese im Bericht verankert. Dadurch entsteht die „Gefahr“ dass konkret im Thurgau wenig passiert und dafür Zertifikate gekauft werden, genau dies wollte die Arbeitsgruppe ausschliessen.

Für die optimale Nutzung der erneuerbaren Energien sind „Power to gas Projekte“ sowie WKK-Anlagen sehr wichtig und deshalb entsprechend dem Ausbau der EE voranzutreiben.

Elektrizitätswerk Kanton Thurgau EKT, Cornel Loser

Die EKT bedankt sich für den vorliegenden Bericht und das Engagement aller involvierten Personen. Wir sind uns bewusst, dass es eine schwierige Aufgabe ist, in einem Bericht allen Anspruchsgruppen gerecht zu werden.

Die EKT setzt sich seit längerer Zeit für erneuerbare Energien ein. Mit dem vorliegenden Bericht liegt eine Diskussionsbasis vor, welche die eingeschlagene Richtung der EKT unterstützt. Die Erfahrungen zeigen jedoch, dass die wirtschaftlich interessanten Projektpotenziale und die Akzeptanz für solche dezentralen Projekte in der Bevölkerung tiefer und die Projektentwicklungszeiten höher sind als ursprünglich erwartet. Die Strategievариante 1 wird deshalb generell als sehr herausfordernd und Strategievариante 2 als unrealistisch eingeschätzt.

Heikel ist es, regional zu regulieren, wenn auf Bundesebene die Tendenz zu mehr Deregulierung vorherrscht. Einzelne Massnahmen werden vermutlich an der bevorstehenden vollständigen Marktliberalisierung scheitern. Es ist nicht geklärt, ob im Rahmen der Strommarktliberalisierung eine Umsetzung rein auf den Thurgau bezogen überhaupt durchsetzbar ist. Ein regionales Subventionssystem mit einem nationalen Marktsystem zu koppeln wird unter der Vorgabe der gleich langen Spiesse für die Marktplayer nicht funktionsfähig umsetzbar sein.

Bezüglich Energieeffizienz teilen wir zwar die Meinung, dass hier grundsätzlich Potenzial vorhanden ist welches umgesetzt werden sollte. Wenn man jedoch von wachsendem BIP, wachsender Bevölkerungszahl sowie der weiteren Substitution fossiler Primärenergieträger mit Strom ausgeht, ist das absolute Einsparpotenzial kaum ausschöpfbar bzw. eine Stagnation im Stromverbrauch nicht realistisch.

Abschliessend stellt sich die Frage, ob die definierten Massnahmen ausreichen, um Investitionen in der Grössenordnung von rund CHF 1,5 Mia in den nächsten Jahren auszulösen. EKT bezweifelt, dass die damit verbundenen steigenden Stromkosten von den Endkunden – insbesondere Industrie – akzeptiert werden.

Verband Thurgauer Gemeinden VTG, Karl Spiess

Der VTG bedankt sich für die Möglichkeit der Mitarbeit in der Arbeitsgruppe, muss aber leider festhalten, dass wichtige Verbände wie der Thurgauer Gewerbeverband und die IHK in der Arbeitsgruppe nicht vertreten sind. Die Arbeitsgruppe ist somit weit weniger breit abgestützt als dargestellt. Die Gemeinden setzen sich zusammen mit den Endverteilern seit geraumer Zeit stark für erneuerbare Energien ein.

Die momentane Situation auf dem Strommarkt führt zu einer Zweiklassengesellschaft. Die marktberechtigten Kunden kaufen die elektrische Energie vermehrt zu Marktkonditionen ein, weil die Preise weit unter den Grundversorgungspreisen der Vorlieferanten liegen. Die Endverteiler sind somit gezwungen, für die verbleibenden Kunden in der Grundversorgung ebenfalls zu Marktkonditionen einzukaufen. Das sind einerseits Forderungen gemäss StromVV Art. 4, des SKS und des Gewerbeverbandes. Die Qualität der elektrischen Energie zu Marktkonditionen enthält keinen ökologischen Mehrwert und besteht in der Regel zu 100% aus nicht überprüfbaren Energieträgern. Somit wird die Forderung nach umweltverträglichem Strom als Basisangebot zur reinen Preisfrage.

Der Anteil der elektrischen Energie im 2012 beträgt 24% des Endenergieverbrauchs. Nach Prof.Dr. Alexander Wokaun wird der Anteil elektrischer Energie bis 2050 auf 50% ansteigen. Das bestätigt sich auch durch den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen von Bauberechtigten mit dem Ziel der Eliminierung von fossilen Energieträgern.

Von sämtlichen neuen erneuerbaren Energien hat die Photovoltaik das grösste Potenzial. Die Gründe liegen in den massiv gesunkenen Investitionskosten und den attraktiven Naturstrommodellen. Es gilt zu beachten, dass die Netzparität gewährleistet bleibt und die Fördermodelle (KEV, Kanton, Kommunen) sich nicht gegenseitig konkurrenzieren.

Es ist gefährlich, wenn der Thurgau schneller marschiert als die Musik in Bern spielt. Man kann nicht kantonal regulieren, wenn das BfE eine vollständige Marktöffnung anstrebt.

Verband Thurgauischer Elektrizitätsversorger VTE, Romano Zraggen

Der vorliegende Bericht schafft eine wertvolle Bewertungsgrundlage. Es ist jedoch wichtig die Energiestrategie des Bundes und die daraus resultierenden Massnahmen und Vorschriften miteinzubeziehen. Eine vorauseilende und nicht mit der Bundesstrategie abgestimmte Vorgehensweise ist weder zweckmässig noch zielführend. Es besteht die Gefahr, dass gutgemeinte Massnahmen sich bei einem Alleingang für den Kanton und damit den Wirtschaftsstandort kontraproduktiv auswirken können.

Aus Sicht VTE ist die Strategievariante 2 nicht umsetzbar und sollte nicht weiterverfolgt werden. Aber auch die Variante 1 stellt an alle involvierten Kreise hohe Ansprüche und vor allem die Umsetzungs-termine sind aus heutiger Sicht in Frage zu stellen. Nicht zu unterschätzen sind z.B. die Photovoltaik/Windziele in Verbindung mit den dazu notwendigen Netzausbauten aufgrund der stochastisch anfallenden Energie die nicht oder nur mit grossem Aufwand gespeichert werden können. Mit der Umsetzung der zusätzlichen regulatorischen Bestimmungen kommen bei beiden Varianten auch erhebliche administrative Aufgaben auf die Energieversorgungsunternehmen zu.

Wie sich vermeintlich optimale Voraussetzungen ins Gegenteil umkehren können, ist z.B. bei der jüngsten Entwicklung des Geothermieprojektes St. Gallen sichtbar geworden. Das bedeutet jedoch nicht, dass die Geothermie nicht weiter zu verfolgen ist, sondern nur, dass die terminlichen Einschätzungen und die Potentiale mit grosser Vorsicht zu geniessen sind.

Aufgrund der Erfahrungen aus dem Ausland stellen wir die Vermischung von forcierten Subventionsmit Marktsystemen in Frage. Mit subventionierten Wind- und Photovoltaikanlagen wird im EU-Raum auch die Rentabilität von Wasserkraftwerken tangiert. Direkt betroffen sind auch die Schweizerischen Wasserkraftwerke die ihre Energie knapp über oder sogar unter den Gestehungskosten am Markt absetzen. Damit kommen auch umweltfreundliche Produktionsformen unter Druck und werden im Extremfall sogar aus dem Markt gedrängt.

Axpo AG, Philipp Dietrich

Die bisherige, wie auch die in diesem Bericht vorgesehene, zukünftige Elektrizität zur Stromversorgung des Kantons Thurgau, wird je nach vorgeschlagener Variante wesentlich bis gross mehrheitlich ausserhalb des Kantons erzeugt. Axpo bietet Produkte und Wissen, die die Versorgungssicherheit für die Partner im Kanton Thurgau zu marktgerechten Preisen sicherzustellen. Heute ist Axpo der grösste schweizerische Produzent von erneuerbar erzeugtem Strom.

Effizienzsteigerungen in allen Energieanwendungen ist zu begrüssen und zu unterstützen. Strom als Schlüsselenergieträger wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen und trägt vielfach durch Substitution von fossilen Energieträgern dazu bei, die Effizienz in Energieanwendungen zu erhöhen. Deshalb muss eine Anpassung des Strommixes und die Höhe der Stromnachfrage auch im Gesamtkontext des Energiesystems betrachtet werden. Dabei kann eine Beschränkung der Stromnachfrage eine Reduktion fossiler Energieträger verhindern. Eine Handlungsoption mit Fokus Reduktion der Treibhausgasemissionen des Energiesystems sollte mitbetrachtet werden.

Die vorgeschlagenen Varianten führen, unter der Berücksichtigung von CO₂-Kompensationen von fossil betriebenen WKK-Anlagen, zu einer Steigerung der Treibhausgasemissionen der Stromnachfrage im Jahre 2050 auf rund 300% gegenüber 2010. Insbesondere bei der Variante 2 mit verstärkter Eigenproduktion im Kanton Thurgau muss damit gerechnet werden, dass die Akzeptanz der konkreten Anlagen lokal auf mangelnde Akzeptanz stösst, und damit ein Ausbau allenfalls verzögert wird und das Gesamtpotenzial damit nach unten korrigiert werden muss. Die Annahmen zur Dämpfung der Nachfrageentwicklung nach Strom sind sehr ambitioniert. Ähnliche Zielwertvorgaben konnten in der Vergangenheit nicht eingehalten werden.

Pro Natura Thurgau, Toni Kappeler; Solarstrom-Pool Thurgau, Urs Dünnenberger; Energiefachleute Thurgau EFT, Werner Huber; WWF Bodensee/Thurgau, Reiner Bodmer

Allgemeine Bemerkung

Das Konzept zeigt, dass das anvisierte Ziel „Thurgauer Strommix ohne Kernenergie“ grundsätzlich erreichbar ist. Wir unterstützen natürlich diese Neuausrichtung der Energiewirtschaft. Von einem Konzept bis zur Realität ist es ein weiter Weg. Um das anspruchsvolle Ziel wirklich zu erreichen, kann es nur von Vorteil sein Schwerpunkte zu bilden und einfache machbare Aktionen bereits heute konsequent durchzuführen. Im Idealfall können die Betroffenen sogar zu Beteiligten gemacht werden.

Strategievarianten 1 und 2 aus dem Konzept

Mit Variante 1 würde sich der Kanton Thurgau damit begnügen, weitgehend die Politik des Bundes zu vollziehen (und bestehende Programme fortzuführen). Bislang hat der Thurgau mit seiner Energiepolitik eine Spitzenposition und Vorbildfunktion in der Schweiz eingenommen. Das Thurgauer Stimmvolk hat dies auch aktiv unterstützt.

Variante 2 schneidet besser ab. Die Variante 2 kostet nicht nur; sie bringt auch Investitionen von 1.14 Mrd. in unsere Region: Arbeitsplätze, Löhne, Steuereinnahmen... Trotzdem: Aus unserer Sicht ist auch Variante 2 zu zurückhaltend. Deshalb eine Strategievariante 3:

Strategievariante 3

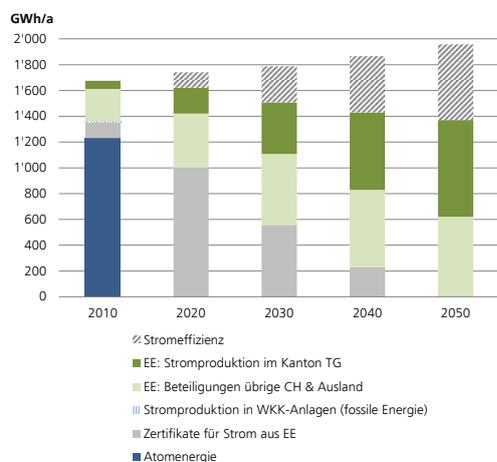
Für die **Variante 3** gelten insbesondere die folgenden Eckpunkte:

- Verstärkte Effizienzmassnahmen mit **Einbezug der lokalen EVUs** (Modell Kalifornien, Bonus/Malus-System).
- **Analog zu Basel:** Einführung einer zweckgebundenen kantonalen Abgabe auf Strom für die Verstärkung der Effizienz mit finanziellen Anreizen und zur Förderung von neuen Anlagen zur Produktion von "Ökostrom".
- **Sofortige verstärkte Förderung von Solarstromanlagen** im Kanton Thurgau.

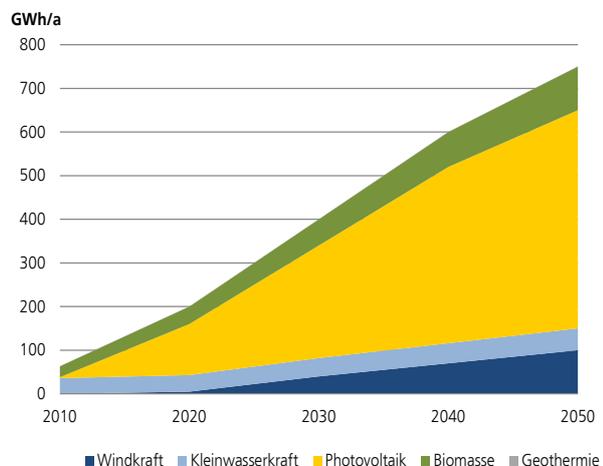
- Analog zum Kanton Zürich (siehe Tages Anzeiger vom 26. März 2013): **Vorschriften für die Nutzung erneuerbarer Energien** durch die Liegenschaftsbesitzer.
- Keine grossen kantonalen Kraftwerke oder grosse Wärmekraftkopplungs-Anlagen (WKK-Anlagen) mit fossilen Energieträgern auf dem Gebiet des Kantons Thurgau. Im Sinn von Übergangslösungen und einer dezentralen Stromversorgung erachten wir kleine WKK Anlagen mit Nutzung der Wärme bis 50 KW als sinnvoll.
- Die "Lücke" zwischen dem verbleibenden Elektrizitätsbedarf und der Produktion von Strom aus erneuerbaren Anlagen soll mit geeigneten Zertifikaten überbrückt werden.
- Die Produktion von Elektrizität aus Erdwärme im Kanton TG ist sehr erwünscht. Jedoch ist dies bis auf Weiteres nur eine Hoffnung. Deshalb soll das Konzept für den neuen Strommix TG den Erdwärmestrom nicht fest einbauen. Falls im TG Strom aus Erdwärme gewonnen wird, so können die Zertifikate/dezentralen WKK-Anlagen schneller reduziert werden und Strom in Gebiete ausserhalb des Kantons verkauft werden.
- Zusätzliche gezielte Massnahmen zur Reduktion des Anstieges des Stromverbrauchs für "**neue Verbraucher**", wie zum Beispiel Elektronik, Bevölkerungswachstum, Wärmepumpen für Ersatz von Öl- und Gasheizungen, Elektrofahrzeuge, Klimaanlage.
- Das Potential der Erneuerung und Modernisierung der **bestehenden Wasserkraftwerke** soll (verbunden mit der Sicherstellung der Restwassermengen und mit weiteren ökologischen Verbesserungen) konsequent ausgeschöpft werden. Auf zusätzliche Kleinwasserkraftwerke an unverbauten Gewässerabschnitten ist hingegen zu verzichten: Der geringe Nutzen steht in keinem Verhältnis zu den negativen Auswirkungen auf die Landschaft und die Biodiversität (siehe auch Ausführungen zu „Landschaft und Biodiversität, S. 97 des vorliegenden Berichtes).
- Wir begrüssen es, dass für die **Nutzung der Windenergie** bereits eine kantonale „Positivplanung“ gestartet wurde!
- Ausstieg aus der Kernenergie durch Verkauf der axpo-Aktien, wobei der Erlös in die Produktion von Strom aus erneuerbaren Quellen investiert wird – sei es in eigene Kraftwerke oder in Beteiligungen. Das Szenario kann vielleicht helfen, die **Energiewende bei den Stromkonzernen** zu unterstützen. (siehe Artikel NZZ vom Montag, 22. Juli „Noch keine Energiewende bei Stromkonzernen“).

Wir haben die zeitliche Realisierung der **Variante 3** für die Periode 2010 bis 2050 analog zu den Darstellungen im Konzept quantitativ zusammengestellt. Für die heutige Situation (2010) und die Entwicklung des ungesteuerten Stromverbrauchs haben wir die gleichen Werte verwendet.

Nachfrage im TG und Produktion



Produktion erneuerbare Energien im TG



Im Weiteren sollen die folgenden **Massnahmen** in die **Variante 3** eingebaut werden:

- Abbau der heutigen **Hindernisse bei der Netzeinbindung** von privaten Anlagen.
- Soweit notwendig: Ausbau der kommunalen und kantonalen Stromnetze.

- Neuer aktualisierter **Leistungsauftrag an das EKT** (z.B. Anpassung des bestellten Strommix, Zubau von Solarstromanlagen etc.) sowie Aufträge (zum Beispiel Verpflichtung zu einer Sparstrategie) an die lokalen EVUs.
- Strikte Aufträge zur Stromeffizienz und Nutzung von Ökostrom an die kantonale Verwaltung und an die kantonalen Institutionen (Schulen, Spitäler etc.) sowie an die Gemeinden, Schulen, Kirchgemeinden etc.
- Kantonale Bemühungen und Vorstösse auf Bundesebene zur baldigen und konsequenten Realisierung des Atomausstieges und der Energiewende.

Die Realisierung dieser TG-Variante erhöht die eigene Handlungsfähigkeit, gewährleistet eine zukunftsfähige, umweltgerechte Thurgauer Stromversorgung und dank der regionalen Wertschöpfung wird die Thurgauer Wirtschaft sogar gestärkt.

Die vier Organisationen helfen gerne mit, die oben skizzierte *Variante 3* zu realisieren, um damit das Ziel „Thurgauer Strommix ohne Kernenergie“ schneller zu erreichen.

A1 Glossar

Abkürzungen

BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFE	Bundesamt für Energie
BFS	Bundesamt für Statistik
BHKW	Blockheizkraftwerk
DIV	Departement für Inneres und Volkswirtschaft des Kantons Thurgau
EE	Erneuerbare Energien
EECS	European Energy Certificate System
EKT	Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau
ENAW	Energieagentur der Wirtschaft
EnDK	Konferenz kantonaler Energiedirektoren
EnG	Energiegesetz
EVU	Energieversorgungsunternehmen
HKN	Herkunftsnachweis
KEV	Kostendeckende Einspeisevergütung
NEP	Neue Energiepolitik (Szenario der Energieperspektiven 2050)
POM	Politisches Massnahmenpaket (Szenario der Energieperspektiven 2050)
PV	Photovoltaik
StromVG	Stromversorgungsgesetz
WKK	Wärme-Kraft-Kopplung
WWB	Weiter wie bisher (Szenario der Energieperspektiven 2050)

Begriffe

Neue erneuerbare Energien	Erneuerbare Energien ohne Wasserkraft (Sonnen- und Windenergie, Geothermie, Biomasseenergie)
Graustrom	im Stromhandel beschaffte elektrische Energie unbekannter Herkunft
Ökologischer Mehrwert	Mehrwert, der ökologisch produzierter Strom gegenüber konventionell produziertem Strom aufweist. Dieser ist via Herkunftsnachweis separat vom physischen Graustrom handelbar.
Wärmegeführte WKK-Anlagen	WKK-Anlagen produzieren gleichzeitig Wärme und Strom, in wärmegeführten Anlagen wird der Wärmeertrag optimiert und so ein maximaler Wirkungsgrad erzielt

A2 Literatur und rechtliche Grundlagen

- avenir suisse (2012). Energie – Ein «avenir spezial» rund um die Energie-
wende.
- Aventa (2004). Nutzung der Windenergie im Kanton Thurgau. Windmes-
sungen. Aventa AG im Auftrag DIV Thurgau, Winterthur.
- awtec (2012). GuD- versus WKK-Strategie. Ersatz von Öl- und Gas-
heizungen durch effizientere Technologien. awtec AG im Auftrag
der BKW FMB Energie AG, Bern.
- Axpo (2013). Geschäftsbericht 2011/2012. URL:
[http://www.axpo.com/content/dam/axpo/switzerland/medien/doku-
mente/Axpo_Holding_GB_2011_2012_de.pdf](http://www.axpo.com/content/dam/axpo/switzerland/medien/dokumente/Axpo_Holding_GB_2011_2012_de.pdf)
- Axpo (2012). Mögliche Massnahmen des Axpo-Konzerns zur Förderung
des effizienten Elektrizitätseinsatzes im Versorgungsgebiet. Bericht
13. März 2012, Zürich.
- Bundesamt für Energie BFE (2006). Potenzial des Solarstroms in der Ge-
meinde. Veröffentlichung April 2006, Bern.
- Bundesamt für Energie BFE (2011a). Energieszenarien für die Schweiz bis
2050, Bern.
- Bundesamt für Energie BFE (2011b). Grundlagen für die Energiestrategie
des Bundesrates. Frühjahr 2011. Aktualisierung der Energieper-
spektiven 2035. Zusammenfassung und Bericht, Bern.
- Bundesamt für Energie BFE (2011c). Stärkung der Stromdrehscheibe
Schweiz und der Versorgungssicherheit, Bern.
- Bundesamt für Energie BFE (2011d). Thermische Stromproduktion inkl.
Wärmeerkopplung (WKK) in der Schweiz. Ausgabe 2010. BFE,
Bern.
- Bundesamt für Energie BFE (2011e). Energieverbrauch in der Industrie und
im Dienstleistungssektor. Resultate 2010. BFE, Bern.
- Bundesamt für Energie BFE (2011f). IG Vehicle To Grid. Informationsaus-
tausch, Vernetzung und Initiierung von Forschungsprojekten sowie
Erarbeiten von Strategien zur nachhaltigen Markteinführung von
Elektroautos als Bestandteil eines Smart Grids. Schlussbericht vom
15. Dezember 2011.
- Bundesamt für Energie BFE (2012a). Auswirkungen eines verstärkten Aus-
baus der dezentralen Erzeugung auf die Schweizer Verteilnetze.
Abschlussbericht 29. Mai 2012, Bern.
- Bundesamt für Energie BFE (2012b). Bericht des Teilprojekts Energienetze
und Ausbaurkosten. Schlussversion vom 06.06.2012, Bern.

- Bundesamt für Energie BFE (2012c). Einfluss verschiedener Stromangebotsvarianten auf das Übertragungsnetz der Schweiz. Abschlussbericht, Bern.
- Bundesamt für Energie BFE (2012d). Energiestrategie 2050: Erstes Massnahmenpaket. Stand am 13. September 2012.
- Bundesamt für Energie BFE (Homepage). Energiestrategie 2050. URL: http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/index.html?lang=de&dossier_id=05472 [04.07.2012].
- Bundesamt für Energie BFE (2012e). Grundlagen für eine WKK-Strategie. Bericht des Bundesrates in Erfüllung der Motion 09.3740 der Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Nationalrates vom 31. August 2009 „Entwicklung der Wärme-Kraft-Kopplung“. September 2012, Bern.
- Bundesamt für Energie BFE (2012f). Statistik der Wasserkraftanlagen der Schweiz. Stand 1.1.2012.
- Bundesamt für Energie BFE (2012g). Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung (WKK) in der Schweiz. Ausgabe 2011. Bundesamt für Energie, Bern.
- Bundesamt für Statistik BFS (2010). Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz 2010-2060. Bundesamt für Statistik, Neuenburg.
- Bundesamt für Statistik BFS (2011). Arealstatistik. URL: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/02/03/blank/data/gemeindedaten.html> [21.8.12].
- Bundesnetzagentur (2012). Monitoringbericht 2012, Bundesnetzagentur / Bundeskartellamt Deutschland.
- Consentec (2010). Wirtschaftlichkeit dezentraler Einspeisungen auf die elektrischen Netze der Schweiz. Studie im Auftrag des Bundesamts für Energie BFE.
- Departement für Inneres und Volkswirtschaft des Kantons Thurgau DIV (2008). Potenziale der energetischen Nutzung biogener Abfälle im Kanton Thurgau. Schlussbericht 30. September 2008, Frauenfeld.
- Departement für Inneres und Volkswirtschaft des Kantons Thurgau DIV (2007). Verstärkte Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz. Schlussbericht, Frauenfeld.
- Departement für Inneres und Volkswirtschaft des Kantons Thurgau DIV (2011a). Nutzung Energieholz. Aktueller Stand, Frauenfeld.
- Departement für Inneres und Volkswirtschaft des Kantons Thurgau DIV (2011b). Zwischenbilanz zur Umsetzung des Energiekonzepts Kanton Thurgau. Schlussbericht, Frauenfeld.
- Departement für Inneres und Volkswirtschaft des Kantons Thurgau DIV (2012a). Geothermie Thurgau. Grundlagenbericht zum Nutzungskonzept, Frauenfeld.

- Departement für Inneres und Volkswirtschaft des Kantons Thurgau DIV (2012b). Geothermie Thurgau. Nutzungskonzept, Frauenfeld.
- Departement für Inneres und Volkswirtschaft des Kantons Thurgau DIV (2012c). Wirtschaftliche Bedeutung erneuerbarer Energien im Kanton Thurgau. Schlussbericht, Frauenfeld.
- Departement für Inneres und Volkswirtschaft des Kantons Thurgau DIV (2012d). Förderprogramm Energie 2012 Fördersätze und Bedingungen, Frauenfeld.
- Eidgenössische Technische Hochschule Zürich ETHZ (2011). Energiezukunft Schweiz, Zürich.
- Ecoplan (2012). Energiestrategie 2050 – volkswirtschaftliche Auswirkungen. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie.
- Energie Schweiz (2011). Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 EnG. Wirkungsanalyse kantonaler Förderprogramme. Ergebnisse der Erhebung 2010. Bern.
- Energie Thurgau EKT (2012). Konzernbericht 2010/2011, Arbon.
- Energie Dialog Schweiz (2009). Erneuerbare Energie. Grundlagenpapier für die Energie-Strategie 2050, Zürich.
- Energie-Agentur der Wirtschaft EnAW (2012). Stromeffizienz der Schweizer Wirtschaft – Auswertung und Szenarien aus der Erfahrung der EnAW. Bericht, Zürich.
- Ernst Basler + Partner (2012). Biomassekonzept Kanton Thurgau. Studie im Auftrag des Departementes für Bau und Umwelt, Amt für Umwelt, Kanton Thurgau.
- ESU-services / PSI (2012): Umweltauswirkungen der Stromerzeugung in der Schweiz. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie.
- ESU-services (2012): Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, Version 2.2.
- ewz (2012). Unsere Zukunft ist erneuerbar! ewz-Stromzukunft 2012–2050.
- Expertenkommission Forschung und Innovation EFI (2013). Gutachten zu Forschung, Innovation und Technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands, Berlin.
- Frischknecht R., Steiner R., Jungbluth N. (2009): Methode der ökologischen Knappheit - Ökofaktoren 2006. Methode für die Wirkungsabschätzung in Ökobilanzen. Umwelt-Wissen Nr. 0906. BAFU, Bern.
- GLP (2011). Energiezukunft Thurgau. Energieleitbild auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft. Eine Studie zur Abdeckung des Energiebedarfs im Kanton Thurgau bis 2050.

- Hochbauamt Kanton Schaffhausen (2009). Windpotenzialstudie Kanton Schaffhausen, Endbericht, 25. Mai 2009.
- Hoppmann, J., Peters, M., Schneider, M., Hoffmann, V.H. (2013). The Two Faces of Market Support – How Deployment Policies Affect Technological Exploration and Exploitation in the Solar Photovoltaic Industry, Research Policy.
- Infras (2011). Bericht zum Kernenergieausstieg des Kantons Schaffhausen.
- International Energy Agency IEA (2002). Potential for Building Integrated Photovoltaics. Report IEA – PVPS T7-4. Summary.
- Kanton Freiburg (2011). Bericht Nr. 231 des Staatsrats an den Grossen Rat zum Postulat Nr. 2038.08 Marie-Thérèse Weber-Gobet/Albert Bachmann betreffend Inventar der Flächen auf öffentlichen Gebäuden, die sich für thermische und photovoltaische Solaranlagen eignen. Bericht vom 25. Januar 2011.
- KVA TG (2011): Jahres- und Managementbericht Kehrichtheizkraftwerk KVA Thurgau.
- Linder, Stefan (2012). Schlüsselkomponente für die Energiewende. Artikel in TEC21, 38/2012.
- Österreichischer Klima- und Energiefonds (2009). Gebäudeintegrierte Photovoltaik Teil 1. Technologiestatus, Erfahrungen, Best Practice-Beispiele und Visionen der GIPV Technologie. Wien.
- Paoli, A. (2009). Wie kann der Anteil an erneuerbaren Stromprodukten im Kanton Thurgau erhöht werden? Eine Umfrage bei Kunden und Anbietern. Masterarbeit PHW Hochschule Wirtschaft, Bern.
- Peters, M., Schneider, M., Griesshaber, T., Hoffmann, V.H. (2012). The Impact of Technology-Push and Demand-Pull Policies on Technological Change – Does the Locus of Policies Matter? Energy Policy.
- Prognos (2012). Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050. Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000 – 2050. Ergebnisse der Modellrechnungen für das Energiesystem. Stand am 28. September 2012. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern.
- Paul Scherrer Institut (2002). Treibhausgasemissionen der zukünftigen europäischen Stromerzeugung. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern.
- Regierungsrat des Kantons Thurgau (2011). Eigentümerstrategie des Regierungsrates für das Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau.
- Rütter+Partner, Ernst Basler + Partner, Fraunhofer ISI (2013). Volkswirtschaftliche Bedeutung erneuerbarer Energien in der Schweiz. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern.
- SECO (2011). Scénario du SECO pour le BIP à long terme. Staatssekretariat für Wirtschaft, Bern.

- Solventure (2009). Sonnenstrom wird salonfähig. Solartechnik als Motor für Beschäftigung und Klimaschutz. Verfasst von Reto Miloni.
- Statistik Kanton Thurgau (2010). Bilanz der ständigen Wohnbevölkerung. Mittleres Szenario 2010-2035. URL: <http://www.statistik.tg.ch/documents/BilanzThurgau2010-2035.pdf> [21.8.12].
- Swissgrid (2011). KEV-Stammdatenreport für den Kanton Thurgau, Stand 1.12.2012.
- Thoma/BKW (2011). Smart Grid – Potenziale und Hürden der Realisierung. Referat von Dr. Suzanne Thoma. FTTH Conference 2011, 24. August 2011.
- Ulbig, Andreas (2012). Speichertechnologien für das Stromnetz. In: TEC21 „Strom speichern“ 38/2012.
- UVEK (2012). Erläuternder Bericht zur Energiestrategie 2050 (Vernehmlassungsvorlage) vom 28. September 2012.
- VSE (2012a). Vorschau 2012. Basiswissen-Dokument „Photovoltaik und solarthermische Stromerzeugung“. Verband Schweizerischer Energieunternehmen, Aarau.
- VSE (2012b). Wärme-Kraft-Kopplung (WKK). Basiswissen-Dokument, Stand November 2012.

Rechtliche Grundlagen Bund

- Energieverordnung (EnV) vom 7. Dezember 1998. Stand am 1. März 2012. SR 730.01.
- Energiegesetz (EnG) vom 26. Juni 1998. Stand am 1. Juli 2012. SR 730.0.
- Entwurf Energiegesetz (Entwurf EnG) vom 28. September 2012. SR 730.0.
- Stromversorgungsgesetz (StromVG) vom 23. März 2007. Stand am 1. Juli 2012. SR 734.7.
- Stromversorgungsverordnung (StromVV) vom 14. März 2008. Stand am 15. März 2012. SR 734.71.

Rechtliche Grundlagen Kanton Thurgau

- Gesetz über die Energienutzung (ENG) vom 10. März 2004. SR 731.1.
- Verordnung des Regierungsrates zum Gesetz über die Energienutzung vom 9. November 2010. SR 731.11.
- Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über die Stromversorgung vom 27.01.2010. SR 734.1

Grundlagen der Konferenz Kantonalen Energiedirektoren (EnDK)

Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) 2008.

Vorstand der Konferenz Kantonalen Energiedirektoren (EnDK) (2012).
Energiepolitische Leitlinien. EnDK.

A3 Daten Ist-Analyse

Entwicklung Stromverbrauch Kanton Thurgau 2000 – 2011 (in GWh)

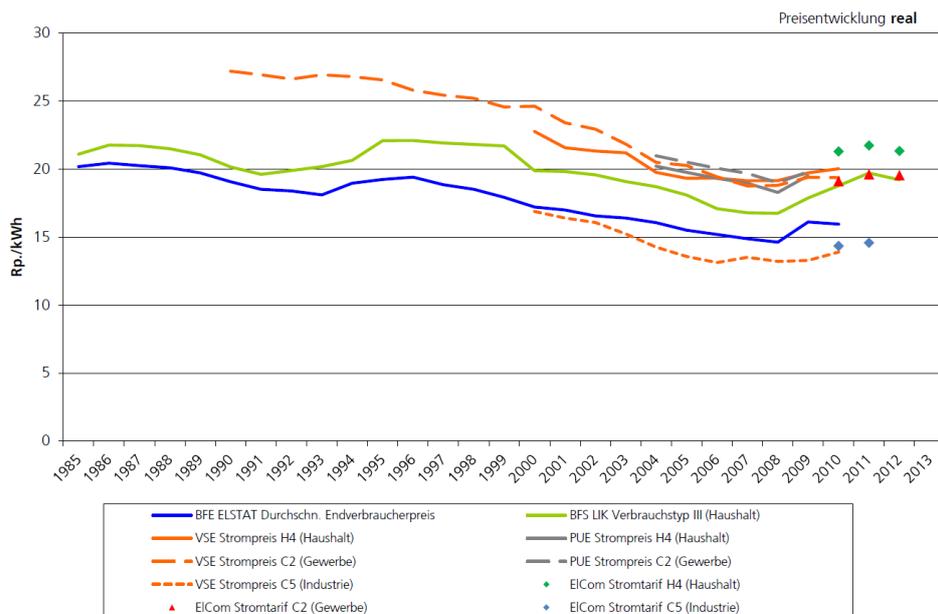
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
1'484	1'489	1'491	1'512	1'538	1'579	1'617	1'611	1'602	1'594	1'675	1'693

Datenquellen: EKT, EW Romanshorn, Arbon Energie; Zusammenstellung Econcept, 13.07.2012

* Die Werte für 2011 sind provisorisch.

Entwicklung Strompreise in der Schweiz

Entwicklung der realen Strompreise für Endverbraucher in Rp./kWh (Inflationsbereinigt auf Basis 2010)



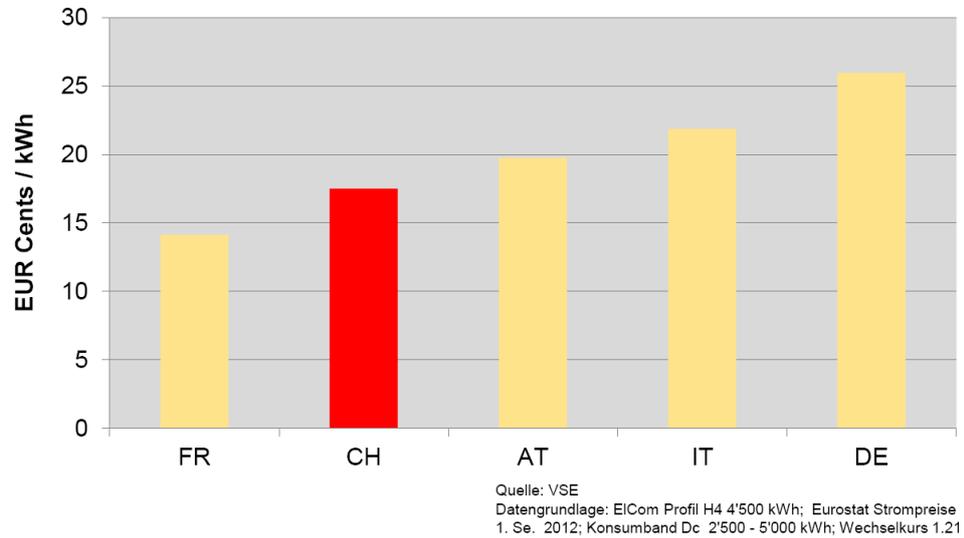
Bemerkung: Der Wert für 2013 ist nur nominal bekannt und für 2012 noch provisorisch.

Abbildung: BFE <http://www.uvek.admin.ch/themen/energie/00672/03080/03245/>

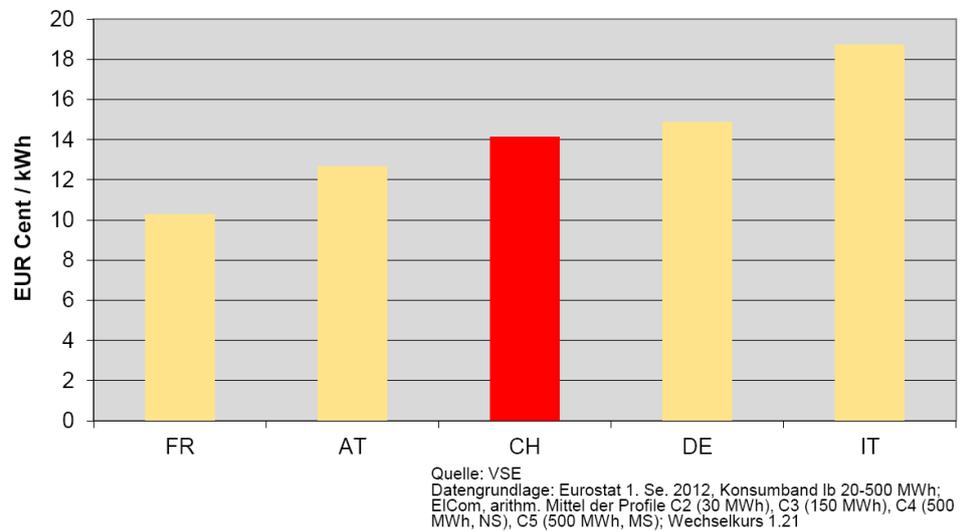
Datenquellen: Landesindex der Konsumentenpreise BFS, Elektrizitätsstatistik BFE (Preise ohne Steuern und Abgaben auf Stufe Endverbraucher), Strompreiserhebung VSE, Strompreisbericht PUE, Stromtariferhebung ECom.

Vergleich der Strompreise in Europa 2012

Strompreise für Haushalte in Europa 2012 (inkl. Steuern)



Strompreise für grössere Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe bzw. kleine Industrieunternehmen in Europa 2012 (exkl. MWST)



A4 Potenzial Photovoltaik: Vorgehen

Das Potenzial zur Stromproduktion mit Photovoltaik wurde anhand eines GIS-Modells abgeschätzt.

Grundlage dafür sind einerseits die Daten zu Gebäudegrundrissen und Bodenbedeckung und andererseits Annahmen zur Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Dach- und Fassadenflächen aufgrund verschiedener Quellen (ETHZ 2011, Kanton FR 2011, BFE 2006, IEA 2002, Solventure 2009, Österreichischer Klima- und Energiefonds 2009).

Dachflächen bestehende Bauten

- Gebäudegrundfläche total gemäss Gebäudegrundriss, Daten der amtlichen Vermessung
- Berücksichtigung von Gebäuden mit einer Grundfläche von mind. 40m²
- Pro m² Gebäudegrundfläche sind aufgrund der Ausrichtung 60% der Dachfläche für Panels geeignet
- von der geeigneten Dachfläche kann 40% Panelfläche aufgebaut werden (Reduktion aufgrund Aufbauten und Verschattung)
- Schützenswerte Gebäude und Gebäude in Schutzzonen von nationaler, regionaler oder kommunaler Bedeutung werden zu 50% ausgeschlossen (Datengrundlage ISOS)
- Reduktion der verfügbaren Gebäudegrundfläche aufgrund schon genutzten Anlagen um 5%
- 70% der geeigneten Flächen werden für Photovoltaik genutzt (die anderen 30% für solarthermische Nutzungen)
- Strahlung (kWh/m²) gemäss Daten Meteotest
- Ertragsreduktion der max. Sonneneinstrahlung von 10% aufgrund nicht optimaler Neigung (optimaler Neigungswinkel 30°)
- durchschnittlicher Wirkungsgrad 17%

Fassadenflächen bestehende Bauten

Das Potenzial von Photovoltaikanlagen an Fassaden bestehender Bauten wird auf ein Viertel des Potenzials auf Dächern geschätzt.

Dach- und Fassadenflächen Neubauten

Die Potenziale zur Stromproduktion aus Photovoltaik bei Neubauten basieren auf folgenden Annahmen:

- Für die Entwicklung der Gebäudeflächen bis 2050 wird ein Wachstum von 0.5% pro Jahr angenommen, basierend auf bisheriger Entwicklung der Gebäudeflächen gemäss Arealstatistik (BFS 2011) und Prognosen zur Bevölkerungsentwicklung (Statistik TG 2010).

Gegenüber der bisherigen Entwicklung ist dies eine konservative Annahme: Im Zeitraum von 1984-1996 hat die Gebäudefläche um jährlich knapp 2% zugenommen, von 1996-2008 um jährlich rund 1.3%.

- Für Neubauten werden pro m² Grundfläche die folgenden nutzbaren Flächen unterstellt: 0.4 m² Dach, 0.15 m² Fassaden
- 70% der geeigneten Flächen werden für Photovoltaik genutzt (die anderen 30% für solarthermische Nutzungen)
- durchschnittliche Strahlung auf horizontalen Flächen 1092 kWh/m²
- durchschnittlicher Wirkungsgrad 17%; diese Annahme ist für Dachanlagen eher tief (Wirkungsgrad längerfristig bei 20-25% gemäss ETHZ 2011), es wird dafür hier keine Ertragsreduktion bei Fassaden aufgrund nicht optimalem Neigungswinkel betrachtet; zudem ist darauf hinzuweisen, dass es sich um einen Durchschnittswert handelt:
 - Durchschnitt von heute bis 2050: Ein Wirkungsgrad bis 25% wird von der ETH als mittel- bis langfristig realistisch eingeschätzt. Da die Entwicklung von heute bis 2050 modelliert wird, ist ein Durchschnittswert zwischen heute und zukünftig erreichbarem Potenzial anzunehmen.
 - Durchschnitt verschiedener Technologien: Auch wenn die besten kristallinen Zellen einen Wirkungsgrad von bis zu 25% erreichen, ist davon auszugehen, dass der Durchschnittswert auch zukünftig tiefer liegt, da Dünnschichtzellen und zukünftig auch organische Zellen eingesetzt werden, die einen tieferen Wirkungsgrad (und dafür andere Vorteile) haben.

A5 Steckbriefe der Szenarien der Energieperspektiven 2050

Steckbrief Szenario „Weiter wie bisher“

Kategorie	Beschreibung
Szenario	„Weiter wie bisher“
Logik	explorativ („was geschieht, wenn...“)
Charakterisierung	Fortführung der bisherigen (bis 2010) schweizerischen Energiepolitik; moderate Fortführung der Weiterentwicklung von Effizienztechnologien; Einführung von Elektromobilität, aber keine Volldurchdringung bis 2050.
Wesentliche Instrumente	<p>Vorhandene Instrumente weiterführen:</p> <p>EnergieSchweiz wird mit 28 Mio. CHF p.a. weitergeführt. Gebäudeprogramm mit 200 Mio. CHF p.a. wird weitergeführt. CO₂-Abgabe wächst von 36 CHF/t auf 72 CHF/t in 2016. Klimarappen auf Treibstoffe.</p> <p>Vorschriften und Standards im Baurecht werden weiterentwickelt und dem technischen Fortschritt nachgeführt – alle 10 Jahre Verschärfung der Grenz- und Zielwerte um ca. 10 %. Minergie-Standard für Neubauten ab ca. 2015 standardmässig umgesetzt. Weiter Richtung Passivstandard.</p> <p>Wettbewerbliche Ausschreibungen für Energieeffizienz in der Wirtschaft mit wachsendem Budget bis auf 27 Mio. CHF p.a. bis 2015. Flottengrenzwerte PW: 130 g CO₂/km bis 2015, 95 g CO₂/km bis 2030.</p> <p>Effizienzsteigerung bei LNF und SNF.</p> <p>Kostenorientierte Einspeisevergütung für erneuerbare Stromerzeugung ist eingeführt, Vergütungssätze werden in regelmässigen Abständen überprüft und an die Kostenentwicklung angepasst, Umlage wird auf maximal 0.9 Rp/kWh erhöht.</p>
Paradigma Schweiz & weltweit	Energie- und Klimapolitik muss gemacht werden, steht aber nicht weit oben auf der Agenda der gesellschaftlichen Prioritäten; Wirtschafts-, Sozial-, Gesundheitspolitik sind wichtiger. Es wird kein wesentliches Ressourcenproblem (weder bei den Quellen noch bei den Senken) wahrgenommen, die Investitionspräferenzen werden nicht fundamental verändert.
Ziele	Nicht explizit vorgegeben; Post-Kyoto-Ziel wird abgeprüft
Angebotsvarianten	C (Gaskombikraftwerke), C&E (Gaskombikraftwerke und erneuerbare Energien), hierfür Anpassung des Förderinstruments notwendig. C&D&E (Gaskombikraftwerke, WKK und erneuerbare Energien) wird im Exkurs WKK abgehandelt

Quelle: Prognos 2012 (S. 83)

Steckbrief Szenario „Politisches Massnahmenpaket“

Kategorie	Beschreibung
Szenario	„Politisches Massnahmenpaket“
Logik	explorativ (“was geschieht, wenn...“)
Charakterisierung	Ab 2015 ambitionierte Schweizer Energiepolitik; hohe Verstärkung vorhandener Instrumente; umgesetzte Massnahmen sind für Investoren im Rahmen der angebotenen Instrumente wirtschaftlich. Annahmen der bisherigen Technologieentwicklung, verstärkter Einsatz von Effizienztechnologien; Effizienz vor Erneuerbaren; paralleler Ausbau von Netz-Infrastruktur zu Erneuerbaren.
Wesentliche Instrumente	Aufstockung Gebäudeprogramm auf 300 Mio. CHF p.a. in 2014, 600 Mio. CHF p.a. ab 2015. Wettbewerbliche Ausschreibungen mit 100 Mio. CHF p.a. Effizienzboni auf CO ₂ -Abgabe und Umlage. Optimierung Gebäudebetrieb. Förderung innovative Kühlungstechnologien, Förderung ORC-Anlagen. CO ₂ -Abgabe steigt bis auf 76 CHF/t in 2016, 96 CHF/t in 2018. Klimarappen. Flottengrenzwerte PW: 130 g CO ₂ /km bis 2015, 95 g CO ₂ /km bis 2020, anschliessend Absenkung auf 35 g/km. Fortführung EnergieSchweiz mit leicht erhöhtem Budget. Ein ambitioniertes FuE-Programm wird vorausgesetzt.
Paradigma Schweiz & weltweit	Energie- und Klimapolitik muss gemacht werden, steht aber nicht weit oben auf der Agenda der gesellschaftlichen Prioritäten; Wirtschafts-, Sozial-, Gesundheitspolitik sind wichtiger. Es wird über Ressourcenfragen diskutiert, aber aufgrund der Wirtschafts- und Finanzkrise gibt es keine schweren Ölpreisspeaks und nur mittlere Volatilität. Keine internationale bindende Verpflichtung, keine harmonisierten Instrumente.
Ziele	Keine Zielvorgabe, Prüfung Post-Kyoto-Ziel, Prüfung Zielerreichungsgrad
Angebotsvarianten	C (Gaskombikraftwerke), C&E (Gaskombikraftwerke und erneuerbare Energien), E (nur Erneuerbare und Importe) C&D&E (Gaskombikraftwerke, WKK und erneuerbare Energien) wird im Exkurs WKK abgehandelt

Quelle: Prognos 2012 (S. 85)

Steckbrief Szenario „Neue Energiepolitik“

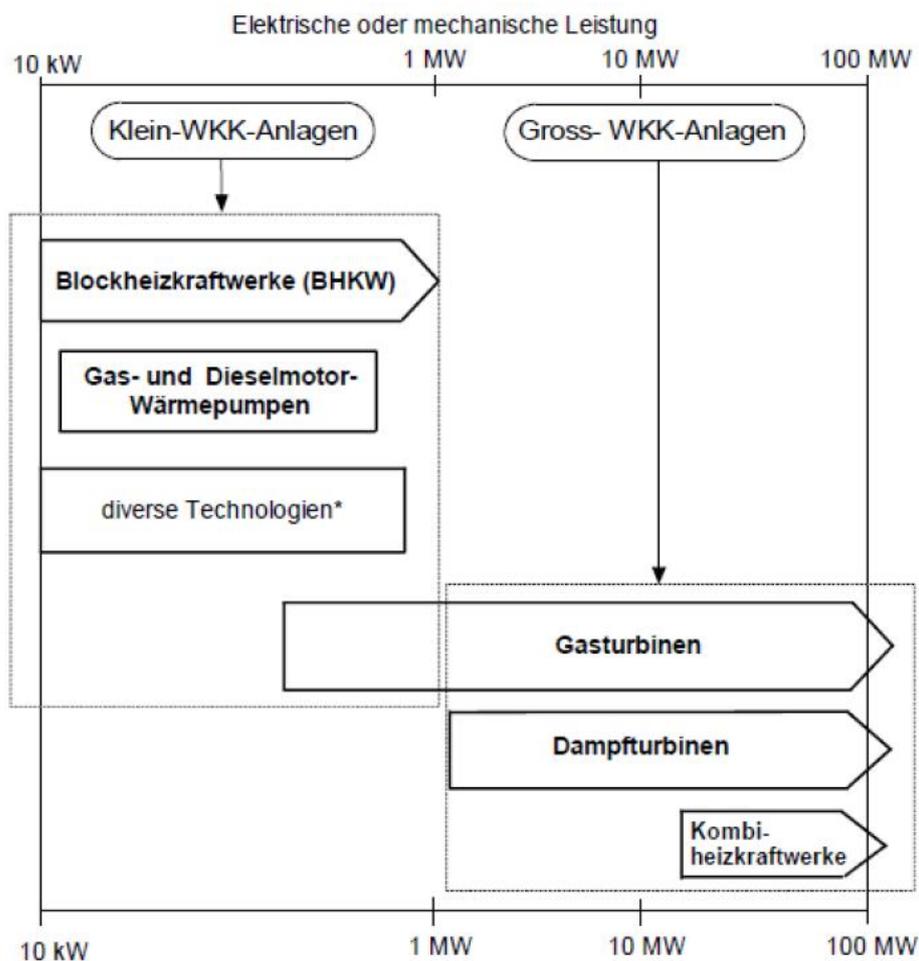
Kategorie	Beschreibung
Szenario	„Neue Energiepolitik“
Logik	Zielszenario (“was muss geschehen, damit ein ambitioniertes Ziel erreicht wird“)
Charakterisierung	<p>Vor allem energieeffiziente Querschnittstechnologien werden systematisch umgesetzt.</p> <p>Raumwärme wird systematisch eingespart, deutliche Erhöhung der energetischen Sanierungsrate.</p> <p>Wärmepumpenstrategie.</p> <p>Effizienz vor Erneuerbaren; neue Schlüsseltechnologien werden gezielt zur Weiterentwicklung der technischen Energieeffizienz in allen Verbrauchsbereichen entwickelt.</p> <p>Durch Vernetzung und z.B. Verkehrsflusssteuerung sowie Individualisierung von Angeboten ändern sich Lebens- und Arbeitsbedingungen, so dass insgesamt etwas weniger Flächen (insbesondere Büroflächen) und Verkehrsleistungen in Anspruch genommen werden. Verstärkter Trend zur Schiene.</p> <p>Verstärkte Elektromobilität, vor allem im PW- und urbanen Bereich (kurze Strecken, Lieferverkehre).</p> <p>Strategischer Einsatz von Biotreibstoffen für den Güterverkehr und Biomasse/Biogas für Prozesswärme.</p> <p>Keine Komforteinbussen.</p> <p>Neue gesellschaftliche Aushandlungsprozesse.</p>
Wesentliche Instrumente	Keine Instrumentenvorgabe, aber Instrumente mit hoher Eingriffstiefe erforderlich. Wichtig, dass langfristige Massnahmen frühzeitig angegangen werden (Gebäudesanierung), bei höherem Einsatz erneuerbarer Energien Infrastrukturausbau Stromnetze erforderlich.
Paradigma Schweiz & weltweit	Energie- und Klimapolitik erhalten sehr hohe Priorität weltweit; es werden internationale Vereinbarungen geschlossen; weltweiter Emissionshandel oder Ähnliches, um Carbon Leakage-Effekte zu vermeiden. Abgestimmte kooperative weltweite Technologieoffensive.
Ziele	<p>Weltweites Oberziel: energiebedingte CO₂-Emissionen pro Kopf auf 1 - 1.5 t bis 2050 reduzieren.</p> <p>Begrenzte Potenziale nachhaltiger Biomassen vorhanden, strategischer Einsatz. Begrenzte Potenziale an erneuerbaren Energien Wasser, Wind, Biomasse, Geothermie.</p>
Angebotsvarianten	<p>C (Gaskombikraftwerke), C&E (Gaskombikraftwerke und erneuerbare Energien), E (nur Erneuerbare und Importe)</p> <p>C&D&E (Gaskombikraftwerke, WKK und erneuerbare Energien) wird im Exkurs WKK abgehandelt.</p>

Quelle: Prognos 2012 (S. 84)

A6 WKK-Anlagen

Technologien, Grösse, Verbreitung

Im Gegensatz zu konventionellen thermischen Kraftwerken wird die bei der Stromproduktion anfallende Abwärme bei WKK-Anlagen vollständig oder zumindest teilweise genutzt. Grob werden WKK-Anlagen in Klein- und Gross-Anlagen unterschieden:



Quelle: BFE 2012e

Die meisten WKK-Anlagen sind Blockheizkraftwerke (BHKW). Diese haben einen elektrischen Wirkungsgrad im Bereich von 28 bis 45 Prozent (awtec 2012). Der mittlere elektrische Wirkungsgrad der 2011 installierten Klein-WKK-Anlagen betrug 35% (BFE 2012g). Unter der Voraussetzung, dass die Wärme genutzt werden kann, wird ein Gesamtwirkungsgrad von bis zu 90 Prozent erreicht.

Brennstoffzellen gehören möglicherweise zu den künftigen Technologien. Als Brennstoff wird im allgemeinen Wasserstoff genutzt, der aus Naturgas, Biogas, Ameisensäure oder Alkohol gewonnen wird. Im Bereich der Brennstoffe werden weitere Entwicklungen erwartet (VSE 2012b).

Im Jahr 2010 waren in der Schweiz insgesamt 966 WKK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 597 MW in Betrieb. Die Anlagen produzierten 2'002 GWh Strom, was 3% der gesamten Elektrizitätserzeugung entspricht, wobei ein Drittel aus erneuerbaren Quellen stammte (BFE 2011d).

Die wichtigsten Einsatzgebiete für Gross-WKK-Anlagen sind die Chemie-, die Papier- sowie die mineralölverarbeitende Industrie. Klein-WKK-Anlagen hingegen werden zur Hauptsache in Kläranlagen (22% der Leistung) und Gewerbe- und Industriebetrieben (12% in fossilen BHKW, 7% in Biogasanlagen) eingesetzt. Bürogebäude (7%), Wärmeverbundanlagen (11%), Wohngebäude (8 %) sowie Spitäler und Heime (8 %) sind weitere wichtige Einsatzgebiete von Klein-WKK-Anlagen (BFE 2011d).

Die meisten bestehenden Anlagen sind wärmegeführt. Gemäss VSE (2012b) liegen die Betriebsstunden von heizwärmegeführten Anlagen zwischen 3000 und 4500 pro Jahr.

Potenzial

Das *theoretische Potenzial* der WKK ist insbesondere in Verbindung mit Wärmepumpen gross. Würde der gesamte Brennstoff, der in der Schweiz für Raumwärme und Warmwasseraufbereitung verfeuert wird, in WKK-Anlagen verwendet, könnten gemäss Berechnungen des VSE (2012b) theoretisch etwa 21 TWh Strom ohne zusätzlichen CO₂-Ausstoss gegenüber heute produziert werden (Annahmen: elektrischer Wirkungsgrad WKK = 0.35, Jahresarbeitszahl (JAZ) Wärmepumpe = 3.0). Allerdings fällt die Bilanz noch besser aus, wenn die Wärmepumpe mit Strom aus erneuerbaren Quellen betrieben wird.

Unter Berücksichtigung des Wärmebedarfs für industrielle Prozesse, bei grossen Gebäuden sowie bei Wärmenetzen wird das *technisch machbare Potenzial* auf 5 bis 7 TWh elektrische Energie aus dezentralen WKK-Anlagen beziffert (erläuternder Bericht zur Energiestrategie 2050). Umgerechnet auf den Kanton Thurgau (anhand Bevölkerungsanteil von 3.2%) entspricht dies einem Potenzial von 160-220 GWh/a. Dies entspricht einer groben Schätzung, die tatsächlichen Potenziale sind von den lokalen Möglichkeiten zur Wärmenutzung abhängig.

A7 Speichertechnologien

Der Ausbau der erneuerbaren Energien erfordert grössere Speichermöglichkeiten. Für die kurz- oder längerfristige Speicherung stehen eine Reihe verschiedener Technologien zur Verfügung. Diese können primär nach mechanischen und elektrochemischen Speichern unterschieden werden (Ulbig 2012):

Mechanische Speicher

- Pumpspeicher und Speicherseen: am meisten genutzte Technologie; dienen insbesondere Systemdienstleister; sind in der Lage über Wochen Energie zu speichern und mit grosser Leistung wieder einzuspeisen; sehr gut geeignet für zentralisierte Anwendungen; Wirkungsgrad von 70-80%; z.T. Umweltschutzbedenken
- Schwungräder: Speicherung, in dem beim Beschleunigen eines Schwungrades durch einen Elektromotor elektrische Energie in Rotationsenergie umgewandelt wird; sehr schnelle Zugriffszeit (Millisekunden); hoher Wirkungsgrad (>97%); Kurzzeitspeicher für wenige Minuten; bei längerer Speicherung entstehen Reibungsverluste
- Druckluftspeicher: Komprimierte Luft als Speichermedium; kommen hauptsächlich bei grossen zentralisierten Anwendungen zum Einsatz; Wirkungsgrad bis 70%, nimmt bei längerer Speicherdauer ab; geeignete Standorte in Europa vor allem nahe der Nordseeküste

Elektrochemische Speicher

- Batterien: Breiter Einsatzbereich; sehr schnelle Reaktionszeit; sehr flexibler Einsatz in Netzanwendungen; insbesondere für dezentrale Anwendungen geeignet; Wirkungsgrad von 75%; relativ kleine Energiespeicherkapazität; hohe Investitionskosten zurzeit
- Wasserstoffelektrolyse: sehr grosse Strommengen umwandelbar; kann saisonale Produktionsschwankungen ausgleichen; Wirkungsgrad bei 40-45%; muss sich noch im bewähren; Sicherheitsbedenken
- Methanisierung von Wasserstoff: Auch bekannt als Power-to-Gas Technik, d.h. die Umwandlung von Überschussstrom in Wasserstoff und gegebenenfalls Methanisierung zur Speicherung im Gasnetz; wird in der Literatur als Alternative zu Pumpspeichern gesehen; bedingt jedoch den Ausbau des Gasnetzes; Wirkungsgrad bei 30-40%

Aufgrund der sehr niedrigen Umwandlungswirkungsgrade für den chemischen Weg (Methanisierung, Wasserstoffelektrolyse) und teilweise für die Druckluftspeicherung (beschränkte Kapazität in der Schweiz) bleiben die Pumpspeicher und Speicherseen sowie die Batteriespeicherung die wichtigsten Optionen für die Schweiz (ETHZ 2011).

A8 Details zu den Strategievarianten

Strategievariante 1

Beiträge von Stromeffizienz und verschiedenen Möglichkeiten zur Deckung der Stromnachfrage (in GWh/a)

Jahr	2010	2020	2030	2040	2050
Nachfrage					
Referenzentwicklung	1'675	1'741	1'787	1'867	1'958
Stromeffizienz		86	173	213	247
Nachfrage Strategievariante 1	1'675	1'655	1'614	1'653	1'711
Produktion:					
EE: Stromproduktion im Kanton Thurgau	63	98	202	306	410
EE: Beteiligungen übrige CH & Ausland	250	325	625	925	1000
Stromproduktion in WKK-Anlagen (fossile Energie)	11	82	105	103	92
Unbestimmter Strommix, Kauf von Zertifikaten	121	89	310	320	209
Atomenergie	1'230	1'061	372	-	-

Tabelle 18:
Nachfrage und Produktion in Strategievariante 1 (GWh/a)

Die erneuerbare Stromproduktion im Kanton Thurgau verteilt sich wie folgt auf die einzelnen Technologien:

Jahr	2010	2020	2030	2040	2050
Windkraft	0	0	15	20	20
Kleinwasserkraft	35.3	36	40	40	40
Photovoltaik	3.4	36	107	196	260
Biomasse	24.2	26	30	30	30
Geothermie	0	0	10	20	60
Total	63	98	202	306	410

Tabelle 19:
Erneuerbare Stromproduktion im Kanton Thurgau in Strategievariante 1 (GWh/a)

Strategievariante 2

Beiträge von Stromeffizienz und verschiedenen Möglichkeiten zur Deckung der Stromnachfrage (in GWh/a)

Tabelle 20:
Nachfrage und Produktion in
Strategievariante 2 (GWh/a)

Jahr	2010	2020	2030	2040	2050
Nachfrage					
Referenzentwicklung	1'675	1'741	1'787	1'867	1'958
Stromeffizienz		111	253	373	508
Nachfrage Strategievariante 2	1'675	1'630	1'534	1'494	1'450
Produktion:					
EE: Stromproduktion im Kanton Thurgau	63	154	426	698	970
EE: Beteiligungen übrige CH & Ausland	250	250	264	264	264
Stromproduktion in WKK-Anlagen (fossile Energie)	11	81	199	296	216
Unbestimmter Strommix, Kauf von Zertifikaten	121	84	273	236	-
Atomenergie	1'230	1'061	372	-	-

Die erneuerbare Stromproduktion im Kanton Thurgau verteilt sich wie folgt auf die einzelnen Technologien:

Tabelle 21:
Erneuerbare Stromproduktion im
Kanton Thurgau in
Strategievariante 2 (GWh/a)

Jahr	2010	2020	2030	2040	2050
Windkraft	0	10	50	80	100
Kleinwasserkraft	35.3	40	50	60	60
Photovoltaik	3.4	59	191	263	360
Biomasse	24.2	35	70	80	90
Geothermie	0	10	65	215	360
Total	63	154	426	698	970

Vergleich der nationalen und kantonalen Ziele zur erneuerbaren Stromproduktion

Die Ziele zur Stromproduktion werden unter Berücksichtigung der Potenziale festgelegt. Diese sind von den Gegebenheiten in der jeweiligen Region abhängig, wie beispielsweise Gewässer, Biomasse oder Windverhältnisse.

Die folgende Aufstellung zeigt die Ziele für die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien für das Jahr 2050. Die Zielwerte der nationalen Energiestrategie 2050 und der beiden kantonalen Strategievarianten werden umgerechnet auf die Bevölkerung (kWh/Einw.) dargestellt (gerundete Werte).

Energieträger	Schweiz	Thurgau Variante 1	Thurgau Variante 2
Photovoltaik	1'200	900	1'200
Wasser	4'900	130	200
Biomasse	280	100	300
Geothermie	490	200	1'200
Wind	470	70	330
Total	7'400	1'400	3'200

Tabelle 22:
Vergleich der nationalen und kantonalen Ziele der erneuerbaren Stromproduktion 2050

Der Vergleich zeigt die grossen Unterschiede in Abhängigkeit der Potenziale, insbesondere bei der Wasserkraft, aber auch bei der Windenergie. Bei der Geothermie wird in der Strategievariante 2 von einer Entwicklung ausgegangen, die deutlich über derjenigen des Bundes liegt. Aufgrund der fehlenden Grosswasserkraft sind die Potenziale im Kanton Thurgau tiefer als in der gesamten Schweiz und ein Teil der Nachfrage ist durch Importe aus der übrigen Schweiz oder aus dem Ausland zu decken.

A9 Bewertungsgrundlagen

Die vorliegenden Daten basieren auf zahlreichen Unterlagen. Besonders hervorzuheben sind die folgenden Studien:

- Eidgenössische Technische Hochschule Zürich ETHZ (2011). Energiezukunft Schweiz.
- ewz (2012). Unsere Zukunft ist erneuerbar! ewz-Stromzukunft 2012–2050
- Ecoplan (2012). Energiestrategie 2050 – volkswirtschaftliche Auswirkungen. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie.
- Prognos (2012): Energieperspektiven 2050. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

Zur Validierung der Bewertungsgrundlagen wurden Rückmeldungen der Arbeitsgruppe und von Fachorganisationen (Schweiz. Vereinigung für Geothermie) aufgenommen.

Hinweis: Die Bewertung basiert auf *Durchschnittswerten pro Technologie*, die in Abhängigkeit von Grösse, Standort etc. einer einzelnen Anlage stark abweichen können. Die zukünftige Entwicklung der Kosten zeigt *erwartete Richtwerte*. Im Hinblick auf die Beurteilung der Massnahmen sind die Kosten bis 2020 relevant. Über längere Zeiträume steigt die Unsicherheit und die Schätzungen zu den Auswirkungen der Strategievarianten bis 2050 weisen auf Grössenordnungen hin.

Entwicklung der Investitionskosten

Jahr	Investitionskosten (Durchschnitt für neue Anlagen)				
	CHF/kW _{el}				
	2010	2020	2030	2040	2050
Schweiz					
Windkraft	2'800	2'600	2'200	1'900	1'800
Kleinwasserkraft	8'000	8'000	8'000	8'000	8'000
Photovoltaik	4'000	1'600	1'300	1'100	900
Biomasse	8'000	7'500	7'000	6'500	6'000
Geothermie		15'000	10'000	7'500	5'000
Stromproduktion in WKK-Anlagen (fossile Energie)	2'500	2'300	2'000	1'700	1'250
Zertifikate für Strom aus EE (Graustrom + Zertifikat)	keine Investitionskosten				
Atomenergie	keine Investitionen				
Gewichteter Durchschnitt für Beteiligungen					
Strategievariante 1	4'565	3'540	3'750	3'890	3'685
Strategievariante 2	4'860	5'860	5'500	5'005	4'455

Die Berechnung der Investitionskosten pro Jahrzehnt basiert auf den durchschnittlichen Kosten im Mittel der 10-Jahresschritte. So wird beispielsweise für die Berechnungen zu den Massnahmen bis 2020 der Mittelwert zwischen den Kosten von 2010 und 2020 verwendet.

Entwicklung der Gestehungskosten

Die hier dargestellten Werte zeigen die durchschnittlichen Kosten pro produzierte Kilowattstunden für Neuanlagen bzw. für die jeweils bestehenden Anlagen (rosa hinterlegte Werte).

Jahr	Gestehungskosten (Durchschnitt für neue Anlagen bzw. für Anlagenbestand)				
	CHF/kWh _{el}				
	2010	2020	2030	2040	2050
Schweiz					
Windkraft	0.20	0.18	0.14	0.13	0.12
Kleinwasserkraft	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Photovoltaik	0.35	0.16	0.13	0.11	0.10
Biomasse	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
Geothermie		0.30	0.20	0.15	0.10
Stromproduktion in WKK-Anlagen (fossile Energie)	0.22	0.29	0.32	0.34	0.37
Zertifikate für Strom aus EE (Graustrom + Zertifikat)	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12
Atomenergie	0.06	0.08	0.09		
Gewichteter Durchschnitt für Beteiligungen					
Strategievariante 1	0.13	0.14	0.14	0.13	0.12
Strategievariante 2	0.13	0.14	0.14	0.15	0.14

Die Annahmen zu den Kosten für Strom aus Atomenergie liegen 1 bis 2 Rp./kWh über den Werten gemäss den Energieperspektiven 2050. Damit sind mögliche Anpassungen wie Abgaben zur Deckung der Stilllegungs- und Entsorgungskosten bereits berücksichtigt. Die bisher im Strompreis inbegriffene Abgabe lag im Mittel bei 0.8 bis 0.9 Rp./kWh. Der im August 2013 vorgestellte Vorschlag des Bundesrates zur Revision der Stilllegungs- und Entsorgungsverordnung sieht Anpassungen vor, die eine Erhöhung der Beiträge um rund zwei Drittel zur Folge haben. Dies würde umgelegt auf den Strompreis rund 0.6 Rp./kWh ausmachen.

Entwicklung der Strompreise

Für die Strompreise in der Schweiz (Referenz) wird die folgende Entwicklung unterstellt:

	2010	2020	2030	2040	2050
CHF/kWh	0.18	0.22	0.23	0.24	0.24

Die Preise für das Jahr 2010 entsprechen dem Durchschnittspreis für Haushalte im Kanton Thurgau, die anschliessende Entwicklung folgt den Annahmen der Energieperspektiven 2050 (Prognos 2012).

Für die Berechnung der Strompreisentwicklung im Kanton Thurgau wurden die durchschnittlichen Gestehungskosten für den Schweizer Produktionsmix sowie für den Thurgauer Angebotsmix berechnet. Die Differenz zwischen den Gestehungskosten CH und Thurgau entspricht den Mehrkosten in den beiden Strategievarianten im Vergleich zur Referenzentwicklung.

Die Mehrkosten werden einerseits über Strompreiserhöhungen und andererseits über Fördergelder getragen. In den vorliegenden Berechnungen wird unterstellt, dass 50% auf die Strompreise geschlagen werden.

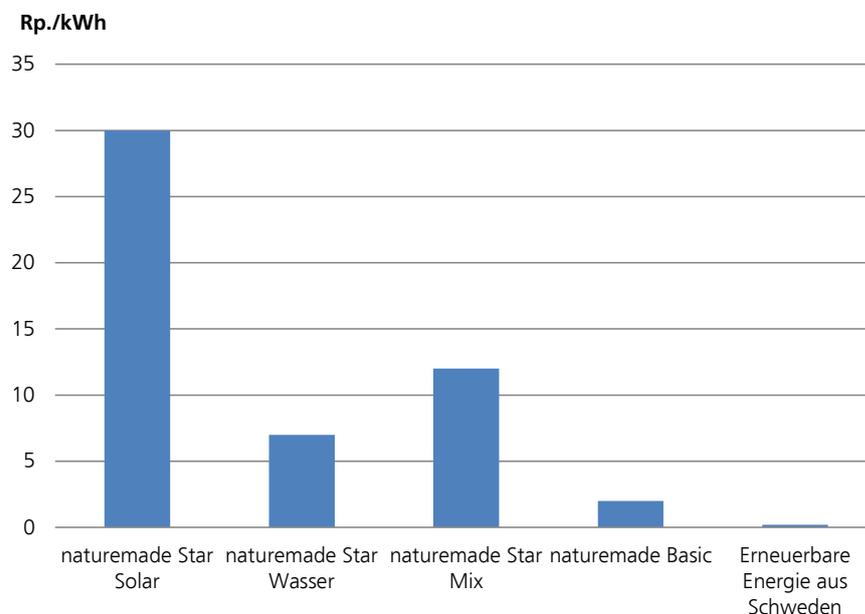
Zusätzlich werden in der Strategievariante 2 die folgenden Mehrkosten berücksichtigt:

- Förderzuschlag: 0.8 Rp./kWh
- Zusätzliche Kosten für Netze, Regelleistung und -energie: 0.5 Rp./kWh (diese Kosten sind zusätzlich zu den Mehrkosten für Netze und Regelleistung/-energie, die auch in Strategievariante 1 berücksichtigt sind)

Die Mehrkosten für Netze und Regelleistung/-energie basieren auf Analysen zur Wirtschaftlichkeit dezentraler Einspeisungen auf die Stromnetze (Consentec 2010). Diese Analysen zeigen Mehrkosten für Netzausbau und Systemdienstleistungen von knapp 1.5 Rp./kWh. Es ist davon auszugehen, dass diese Mehrkosten in der Referenzentwicklung weitgehend inbegriffen sind. In Übereinstimmung mit entsprechenden Berechnungen für den Kanton Schaffhausen (Infras 2011) werden in der vorliegenden Studie Mehrkosten von 0.5 Rp./kWh für die Strategievariante mit einer verstärkten dezentralen Stromproduktion eingerechnet.

Kosten Zertifikate erneuerbare Energie

In Bezug auf die Kosten von Zertifikaten erneuerbarer elektrischer Energie besteht abhängig von den durch das Zertifikat festgelegten Qualitätsanforderungen und dem gewählten Energieträger eine grosse Spanne (siehe Figur). Für die Berechnungen in diesem Bericht wurden durchschnittliche Kosten von 2 Rp./kWh angenommen.



Umweltbelastungspunkte und Treibhausgas-Emissionen

	Umweltbelastungspunkte UBP pro kWh	CO ₂ -Äquivalente kg CO _{2eq} pro kWh
Windkraft	88	0.029
Wasserkraft	62	0.014
Photovoltaik	188	0.101
Biomasse	315	0.241
Geothermie	170	0.032
Atomkraft	552	0.018
Blockheizkraftwerk Gas	400	0.738
Produktionsmix CH	273	0.029
Verbrauchermix CH	451	0.148
UCTE-Mix*	639	0.594

* Der UCTE (Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity)-Mix stellt die europaweite Zusammensetzung des Stroms dar.

Quelle: ESU-services (2012): Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, Version 2.2.