

Kommentare zu den Eingaben für die Visionen
 [Referenzen] in *RoadMapStart.xls*, Rubrik „Referenzen“
 Übersicht zu den Szenarien in *Fileverzeichnis.pdf*

Aufbauend auf die CORE-Retraite 2004 wurden total acht Szenarien ausgearbeitet; davon vier ohne Kernkraftwerke im Jahr 2050 und vier mit gleicher Elektrizitätsproduktion der Kernkraftwerke im Jahr 2050 wie im Jahr 2001. Nachfolgend werden die Eingabedaten für diese Szenarien erläutert.

Die **aktuellen Szenarien D** sind charakterisiert durch **moderate Verbrauchszunahmen** und **extreme Effizienzsteigerungen**. Es bleibt deshalb sogar beim Szenario ohne Kernenergie im Jahr 2050 [Szenario_ohne_KKW_07](#) bei voller Nutzung des Potenzials von Wasserkraft, Photovoltaik, Wind und Biomasse im Jahr 2050 genügend elektrische Energie, um einen wesentlichen Teil des Erdöls im Verkehr zu ersetzen. Im aktuellen Szenario mit gleicher Elektrizitätsproduktion aus Kernkraftwerken im Jahr 2050 wie im Jahr 2001 [Szenario_KKW_konst_07](#) kann ein Erdölersatz im Verkehr bereits bei bescheidenem Ausbau von Windenergie und Photovoltaik erreicht werden.

A Modifizierte Eingabedaten aus CORE-Retraite 2004

Szenario_ohne_KKW_04mod und *Szenario_KKW_konst_04mod*.

Modifikationen gegenüber der Core-Retraite vom 2004-07-08: Kein Überschreiten der CH-Potenziale für Wasserkraft und Biomasse, Kernenergie auf Restdeckung für den Inlandbedarf reduziert. Die Tabellen 1 bis 3 enthalten Kommentare zu den Eingabedaten aus 2004 und den Modifikationen in schwarzer Schrift.

B Berücksichtigung des Konzepts der Energieforschung des Bundes

Szenario_ohne_KKW_ModCo und *Szenario_KKW_konst_ModCo*.

Die Modifikationen gegenüber A werden in den Tabellen 1 bis 3 rot kommentiert. Die quantitativen Ziele in der Vision 2050 im Konzept der Energieforschung des Bundes 2008/11 [14], Abschnitt 3 werden wie folgt berücksichtigt:

- Verzicht auf fossile Brennstoffe für die Bereitstellung von Wärme in Gebäuden.**
Diese Forderung führt zu einer einseitigen Zuordnung von Biogas bzw. Biomasse an die Raumheizung und die Warmwasserbereitung mit entsprechender Reduktion bei den anderen Nutzungskategorien. Man erkennt dies aus den Einträgen in roter Schrift in der Tabelle 2. Sinnvoller wäre eine Beschränkung des Gesamtbedarfs an nicht erneuerbaren Energien für alle Nutzungskategorien.
 Im Szenario_ohne_KKW_ModCo beträgt der Anteil Primärenergie fossiler Brennstoffe im Jahr 2050 für RH+WW noch 4 PJ (-98.4%); im Szenario_KKW_konst_ModCo noch 3.6 PJ (-98.5%) gegenüber den **242.3 PJ im Basisjahr 2001**.
 → **Forderung hinreichend erfüllt¹**.

Neu Werte nach zusätzlicher Berücksichtigung der Umfrage bei den BFE-PL:
Szenario_ohne_KKW_ModPL für RH+WW 2050 noch 3.3 PJ (-98.6%); im
Szenario_KKW_konst_ModPL für RH+WW 2050 noch 3.4 PJ (-98.6%).

Neue Werte nach zusätzlicher Berücksichtigung der Informationen aus den Energieper-

¹ Das Programm RoadMap ermöglicht keine vollständige Elimination der fossilen Brennstoffe, da es über keine Substitutionsmassnahmen für die im Basisjahr bereits vorhandenen Anteile an WKK und Fernwärme verfügt.

[spektivberichten \[20\]](#) und [\[21\]](#):

[Szenario ohne KKW 07](#) und [Szenario KKW konst 07](#) noch 3.4 PJ (-98.6%).

2. Halbierung des Energieverbrauchs in Gebäuden.

Diese Formulierung ist unklar. Offenbar ist eine Halbierung des Primärenergiebedarfs gemäss Definition BFE einschliesslich des relevanten Elektrizitätsanteils gemeint. Wie man der Tabelle TotEn.7 der Vision 2050 entnehmen kann, erreicht man im Szenario [Szenario ohne KKW ModCo](#) eine Reduktion des Gesamtprimärenergiebedarfs nach BFE-Definition von 391.5 PJ auf 250.2 PJ (- 36%) und des interessanteren Primärenergiebedarfs an nicht erneuerbaren Energien von 294.2 PJ auf 8.4 PJ (-97%!). Für das [Szenario KKW konst ModCo](#) ergibt sich eine Reduktion des Gesamtprimärenergiebedarfs von 391.5 PJ auf 272.1 PJ (- 30.5%) und des interessanteren Primärenergiebedarfs an nicht erneuerbaren Energien von 294.2 PJ auf 67.4 PJ (-77.1%).

Neue Werte (Tabelle TotEn.7, BFE-Definition) für 2050 nach zusätzlicher Berücksichtigung der Umfrage bei den BFE-PL:

[Szenario ohne KKW ModPL](#): Reduktion des Gesamtprimärenergiebedarfs auf 240.9 PJ (-38.5%) und Reduktion des Primärenergiebedarfs an nicht erneuerbaren Energien auf 7.8 PJ (-97.3%); im

[Szenario KKW konst ModPL](#): Reduktion des Gesamtprimärenergiebedarfs auf 263.6 PJ (-32.7%) und Reduktion des Primärenergiebedarfs an nicht erneuerbaren Energien auf 66.2 PJ (-77.5%).

Neue Werte (Tabelle TotEn.7, BFE-Definition) für 2050 nach zusätzlicher Berücksichtigung der Informationen aus den [Energieperspektivberichten \[20\]](#) und [\[21\]](#).

[Szenario ohne KKW 07](#): Reduktion des Gesamtprimärenergiebedarfs auf 239.2 PJ (-38.9%) und Reduktion des Primärenergiebedarfs an nicht erneuerbaren Energien auf 7.9 PJ (-97.3%); im

[Szenario KKW konst 07](#): Reduktion Gesamtprimärenergiebedarf auf 264.6 PJ (-32.4%) und Reduktion des Primärenergiebedarfs an nicht erneuerbaren Energien auf 66.9 PJ (-77.3%).

Fazit: Die sinnvolle Forderung zur Reduktion des Verbrauchs an nicht erneuerbaren Primärenergien wird klar übertroffen. Die Forderung einer Reduktion des Gesamtprimärenergieverbrauchs ist jedoch ohne weitere (höchst unglaubliche) Bedarfsreduktionen und Effizienzsteigerungen nicht erreichbar.

3. Mindestens Verdreifachung der Nutzung der Biomasse als Energieträger.

In allen Szenarien werden nicht nur 3*37 PJ = 111 PJ, sondern praktisch das ganze Biomassenpotenzial von ca. 122 PJ genutzt.

→ **Forderung erfüllt.**

4. Senkung des durchschnittlichen Flottenfahrzeugverbrauchs von 7.6 l/100km auf 3 l/100km².

Diese Effizienzverbesserung beim PKW von $1-3/7.6 = 60.5\%$ anstelle von 34% in Szenarien [Szenario_ohne_KKW_04mod](#) und [Szenario_KKW_konst_04mod](#) wird in allen darauf aufbauenden Szenarien berücksichtigt.

→ **Forderung erfüllt.**

C Zusätzliche Berücksichtigung der Umfrage 2007 bei den BFE-Programmlleitern

[Szenario_ohne_KKW_ModPL](#) und [Szenario_KKW_konst_ModPL](#).

Die Modifikationen gegenüber B werden in den Tabellen 1 bis 3 gelb hinterlegt kommentiert.

² Das ist nur die halbe Seite des Problems. Wesentlich ist auch die prognostizierte Verkehrszunahme.

In diesen Szenarien werden die Änderungsvorschläge der BFE-Programmleiter in der Umfrage 2007 [22] berücksichtigt. Die Erfüllung der Visionen 1 und 2 des Konzepts der Energieforschung des Bundes wird für diese Szenarien unter B kommentiert (keine wesentlichen Änderungen). Die Visionen 3 und 4 werden auch hier erfüllt.

D Zusätzliche Berücksichtigung der Energieperspektiven – neue Szenarien 2007

Szenario_ohne_KKW_07 und *Szenario_KKW_konst_07*.

Die Modifikationen gegenüber C werden in den Tabellen 1 bis 3 blau kommentiert.

In dieser **letzten Version** erfolgt eine zusätzliche Berücksichtigung der Informationen aus den Energieperspektivberichten [20] und [21]. Der Minderverbrauch an elektrischer Energie ist dabei im Jahr 2050 derart gross, dass im Falle gleicher Elektrizitätsproduktion aus Kernkraftwerken wie 2001 ohne neue Verbraucher ein grosser Überschuss entsteht. Da ein Elektrizitätsexport ausgeschlossen wird, wird dieser Elektrizitätsproduktionsüberschuss zur massiven Erzeugung von Wasserstoff für den Verkehr verwendet. Auch beim Szenario ohne Kernenergie im Jahr 2050 ergibt sich bei der nun als vollständig angenommenen Nutzung der Potenziale von Wind, Biomasse, Solarthermie und Photovoltaik ein erheblicher Elektrizitätsproduktionsüberschuss. Auch dieser wird zur Erzeugung von Wasserstoff für den Verkehr verwendet. Damit liesse sich die Jahres-CO₂-Produktion pro Einwohner tatsächlich in den Bereich von 1 Tonne/Jahr reduzieren.

Tabelle 1: Bedarfszunahme, Effizienzverbesserung und Bevölkerung.

Die folgenden Eingaben gelten für die Szenarien mit und ohne Kernkraftwerke im Jahr 2050. Es werden nur die Änderungen gegenüber der/den jeweiligen Vorszenarien kommentiert.

Z ³	Eingaben	Vision 2010	Vision 2025	Vision 2050
	Raumheizung (RH)			
3	Zunahme der beheizten Fläche um	[12] BFE-PL 7%; [11], Tab. 5.5-2 Heizöl+Gas für Haushalte 1999-2010: 9% Statt 7% → 13% [22] Filleux, [17], [18] (nur zur Information [20], Tab. 3: 10%)	[12] BFE-PL: 15% Statt 15% → 26% [22] Filleux, [17], [18] (nur zur Information [20], Tab. 3: 25%)	[1] Wohnraum 40%; Industrie 20%; Dienstleistungen 55%; [12] BFE-PL: 24.5% Statt 25% → 38% [22] Filleux, [17], [18] (nur zur Information [20], Tab. 3: 40%)
4	Reduktion Heizwärmebedarf pro beheizte Fläche um	BFE-PL [12] 5%; [11], Tab. 5.5-2 Heizöl+Gas für Dienstleistungen 1999-2010: 7.5% 7% → 15% [Filleux, 17, 19]	[12] BFE-PL: 12% 25% → 32% [Filleux, 17, 19]	[1] Wohnraum 55%; Industrie 60%; Dienstleistungen 50%; [12] BFE-PL: 20%. [15], Szenario IV-DE: 50% Annäherung auf den Wert von [1] u. [15] 50% → 58% [Filleux, 17, 19]
8 9	B Ersatz von ... aller Oelkessel aller Gaskessel	[15], Szenario IV-DE: keine Änderung	[15], Szenario IV-DE: keine Änderung	[15], Szenario IV-DE: keine Änderung
	Warmwasser (WW)			
3	Zunahme des WW-Bedarfs um	Konsens BFE-PL [12]: 5%	Konsens BFE-PL [12]: 25%	
4	Reduktion der Bereitstellungsverluste von	Konsens BFE-PL [12]: Absenken der Bereitschaftsverluste auf 17%. Statt 17% → 16%	Konsens BFE-PL [12]: Absenken der Bereitschaftsverluste auf 10%. Statt 10% → 8%	Konsens BFE-PL [12]: Absenken der Bereitschaftsverluste auf 8%. Statt 8% → 5%
	Verkehr (VK)			

³ Z: Zeile

4	Bedarfszunahme (gefahrenre km)	<p>PKW Bach, CORE-Retraite 040609: 12% [20], Tab.5, Basisszenario: 11% Statt 12% → 11%</p> <p>LKW Bach, CORE-Retraite 2004-06-09: 14% [20], Tab.5, Basisszenario: 17% Statt 14% → 17%</p> <p>Bahn [20], Tab.5, Basisszenario: 18% Statt 12% → 18%</p> <p>Flug [21], Tab.A17: Szenario IV, Flugtreibstoffe -2.2%; mit Effizienzverbesserung gemäss Zeile 5 folgt eine Bedarfszunahme von 9.9% Statt 20% → 10%</p>	<p>PKW [20], Tab.5, Basisszenario: 20% Statt 27% → 20%</p> <p>LKW [20], Tab.5, Basisszenario: 37% Statt 45% → 37%</p> <p>Bahn [20], Tab.5, Basisszenario: 81% Statt 30% → 81%</p> <p>Flug [21], Tab.A17: Szenario IV, Flugtreibstoffe +7.1%; mit Effizienzverbesserung gemäss Zeile 5 folgt eine Bedarfszunahme von 53% Statt 55% → 53%</p>	<p>PKW [1]: 55%; [12]:55% [20], Tab.5, Basisszenario: 27% Statt 55% → 27%</p> <p>LKW [1]: 90%; [12]:100% LKW +85% Lieferwagen + 114% [20], Tab.5, Basisszenario: 34% Statt 90% → 34%</p> <p>Bahn [1]: 65%; [12]:-65% [20], Tab.5, Basisszenario: 106% Statt 65% → 106%</p> <p>Flug [1]: 112%;[12]112% [21], Tab.A17: Szenario IV, Flugtreibstoffe -10%; mit Effizienzverbesserung gemäss Zeile 5 folgt eine Bedarfszunahme von 64% Statt 112% → 64%</p>
5	Effizienzverbesserungen (vergl. [1], Tabelle 4.5-1)	<p>PKW [1] Tabelle 4.1-5: bis 70%. Von 9 l/100km auf 3.6 l/ 100 km; diverse Massnahmen Statt 8% → 14%</p> <p>LKW Statt 0.5% → 1%</p>	<p>PKW Bach, CORE-Retraite 040708: 21% Statt 21% → 35%</p> <p>LKW Bach, CORE-Retr. 2004-07-08: 5% Wesentlich optimistischer in [15], Szenario IV-DE: Statt 5% → 10%</p>	<p>PKW [1]: 60%; [12]: 75%, Im Energieeffizienzkonzept 2008/11 [14] wird für 2050 eine Reduktion von 7.6 l/100 km auf 3.0 l/100 km gefordert: Statt 34% → 60.5%</p> <p>LKW [1], Tabelle 4.1-5: über 15% für LKW; bis 60% bei leichten Lieferwagen. Das Verbesserungspotenzial ist jedenfalls kleiner als beim PKW. Bach, CORE-Retraite 2004-07-08: 7% Wesentlich optimistischer in [15], Szenario IV-DE: Statt 7% → 12.5%</p> <p>Bahn [1], Tabelle 4.1-5 bis 60%</p> <p>Flug [1] Tab. 4.1-5 bis 50%. Höherer Wirkungsgrad der Antriebe, leichtere Strukturen, besseres Ver-</p>

				kehrsmanagement 45% [12] Statt 60% → 45%
6	Geschätzter Bedarf	In [11] wird eine Abnahme des Bedarfs von 1999 bis 2010 von ca. 10% geschätzt.		
	Prozesswärme (PW)			
3	Zunahme des Prozesswärmebedarfs um	[11], Tabelle 5.5.-3, 1999 bis 2010 ca. 10%		In [1] Abschn.3.3.2 angenommenes Wirtschaftswachstum (in [2], S.13 sogar 75%).
4	Reduktion des Bedarfs pro Produktionseinheit		Verbesserungspotenzial in [1],S.23 abgeschätzt.	Verbesserungspotenzial in [1],S.23 abgeschätzt.
	Elektrizität (EI)			
12	Zunahme des Elektrizitätsbedarfs von A+B+C	 Anpassung an [21] ⁴ , Szenario I, Tab. A1: Statt 10% → 19.5%	 Anpassung an [21], Szenario I, Tab. A1: Statt 30% → 39%	 Wirtschaftswachstum bis 2050: [1] Abschn.3.3.2: 65%. [2],S.13: 75%; Konsens BFE-PL: 65% Anpassung an [21], Szenario I, Tab. A1: Statt 65% → 63%
13	Reduktion des Bedarfs pro Endenergieeinheit	 Anpassung an [21] zum Erreichen von Szenario IV, Tab. A17: (Statt 5% → 0%) Rechnung aber mit den plausibleren 5% → ergibt 205.2 PJ statt 213.9 PJ	 Anpassung an [21] zum Erreichen von Szenario IV,Tab.A17: Statt 10% → 19.3%	 In [1] angegebene Einsparmöglichkeiten: 88 PJ; [2]: 35% Konsens BFE-PL 25% Anpassung an [21] zum Erreichen von Szenario IV,Tab.A17: Statt 25% → 33.7%
12	Prognose des Elektrizitätsbedarfs für A+B+C nach Effizienzmassnahmen	149.4 PJ i.O. Brüniger [22] Durch Anpassung an [21] neu 163.2 PJ	167.3 PJ i.O. Brüniger [22] Durch Anpassung an [21] neu 160.4 PJ	176.9 PJ i.O. Brüniger [22] Durch Anpassung an [21] neu 154.5 PJ
	Gesamtenergie (TotEn)			
5	Einwohnerzahl	Interpolation aus [16], mittleres Szenario und CH-Bevölkerungstatistik	Interpolation aus [16], mittleres Szenario und CH-Bevölkerungstatistik statt 8.1 Mio → 8.05 Mio	[16], Mittelwert aus tiefem und hohem Szenario statt 8.1 Mio → 8.1 Mio

[Referenzen] in RoadMapStart.xls

⁴ Inklusive interner Stromproduktion WKK+WP und KK+WP.

Tabelle 2: Szenario 2050 ohne Kernkraftwerke (Szenario_ohne_KKW....). Es werden nur die Änderungen gegenüber den jeweiligen Vorszenarien kommentiert. „Anpassung an neue Situation“ bedeutet eigene Anpassung von Eingabewerten als Folge der durch die Übernahme einzelner Werte aus mit [] gekennzeichneten Quellen entstandenen neuen Situationen. *Hinweis: Die aufgeführten %-Eingaben lassen nicht in jedem Fall Schlüsse auf die Änderung der interessierenden Absolutwerte zu. Diese sind den Visionen im Programm RoadMap zu entnehmen.*

Z	Eingaben	Vision 2010	Vision 2025	Vision 2050
	Raumheizung (RH)			
8 9	Kesseleratz durch WKK-WP und KK-WP	Statt 5% → 3% Rognon [22]		
12	B Anteil WKK-WP (Feld F12)		Statt 60% → 80%	Anpassung an C Statt 60% → 90%
17	Jahresarbeitszahl der WP	Statt 3.75% → 3% Rognon [22]		
18	C Erdgasersatz durch Biogas		Statt 2.5% → 30%	[14] Verzicht auf fossile Brennstoffe ⁵ Statt 5% → 100%
22 23	E Ersatz durch Holzkessel			
25 26	F Ersatz durch tiefe Geothermie		Damit Produktion im 2025 < als im 2050: Statt 5.5% → 3%	
29 30 31	G Ersatz Ölkessel d. Solartherm. G Ersatz Gaskessel d. Solartherm. Wirkungsgrad	Statt 1.2% → 0.3% Statt 1.2% → 0.3% Für eine Reduktion der gesamten Solarwärmeproduktion auf nur 1.6 PJ ; davon 30% für Raumheizung Hadorn [22]	Statt 6% → 3% Reduktion auf eine totale solare Nutzwärme für RH+WW von 8 PJ; davon 30% für Raumheizung Hadorn [22]	Keine Änderung Totale solare Nutzwärme für RH+WW im 2050 von 32 PJ/a angestrebt ⁶ . Davon 30% oder 9.6 PJ für Raumheizung Hadorn [22]
32 33	H Ersatz durch Abwärmenutzung			
	Warmwasser (WW)			
5	A Ersatz Elektroboiler	Statt 10% → 3.5% Statt 10% → 3.5% Reduktion der gesamten Solarwärmeproduktion auf nur 1.6 PJ ; davon 70% für Warmwasser Hadorn [22]	Statt 25% → 13% Reduktion der gesamten Solarwärmeproduktion auf nur 8 PJ ; davon 70% für Warmwasser Hadorn [22]	Keine Änderung Totale solare Nutzwärme für RH+WW im 2050 von 32 PJ/a angestrebt. Davon 70% oder 22.4 PJ für Warmwasser. Hadorn [22]
24 25	E Ersatz Ölkessel d. Solartherm. E Ersatz Gaskessel d. Solartherm.	Statt 10% → 3.5% Statt 10% → 3.5% Reduktion der gesamten Solarwärmeproduktion auf 1.6 PJ ; davon 70% für Warmwasser Hadorn [22]	Statt 25% → 12% Statt 25% → 12% Reduktion der gesamten Solarwärmeproduktion auf 8 PJ ; davon 70% für Warmwasser Hadorn [22]	Keine Änderung Totale solare Nutzwärme für RH+WW im 2050 von 32 PJ/a angestrebt. Davon 70% oder 22.4 PJ für Warmwasser. Hadorn [22]
27 28	F Ersatz durch tiefe Geothermie		Damit Produktion im 2025 < als im 2050: Statt 5% → 2.5%	
31 32	G Ersatz durch Abwärmenutzung			
	Verkehr (VK)			

⁵ Die CORE-Forderungen „Verzicht auf fossile Brennstoffe für die Bereitstellung von Wärme in Gebäuden“ führt zu einer einseitigen Zuteilung der nur beschränkt verfügbaren Biomasse an Raumheizung und Warmwasser. Entsprechend reduziert sich der Biomasseanteil für die übrigen Verbraucher.

⁶ Bedeutet bei einer Jahreswärmeproduktion von 300 kWh/m2a rund 4 m2 Kollektorfläche pro Person.

8	B Ersatz Erdölprodukte durch Biogas		Reduktion auf 62% des Potenzials Statt 3% → 1%	Reduktion infolge Potenzialgrenze (Statt 5% → 2%) Anpassung an neue Situation → 2.5% Anpassung an neue Situation → 3%
9	C Ersatz Erdölprodukte durch flüssige Biotreibstoffe		Reduktion auf 62% des Potenzials Statt 5% → 1%	Reduktion infolge Potenzialgrenze (Statt 6% → 2.5%) Anpassung an neue Situation → 3% Anpassung an neue Situation (Potenzialgrenze) → 2%
13	E Ersatz Erdölprodukte durch H ₂ aus Elektrizität			Massive Erhöhung des Einsatzes von H₂ aus Elektrizität⁷ bei voller Nutzung der Potenziale von Wasserkraft, Wind und Photovoltaik. Statt 5% → 80%
Prozesswärme (PW)				
17	E Erdgasersatz durch Biogas		Reduktion auf 62% des Potenzials Statt 2.5% → 1%	Reduktion infolge Potenzialgrenze Statt 5% → 4%
Elektrizität (EI)				
19	B Erhöhung Übertragungswirkungsgrad für Elektrizität	keine Änderung Krause [22]	keine Änderung Krause [22]	keine Änderung Krause [22]
20	C Erhöhung der Produktion aus Wasserkraft	Reduktion infolge Potenzialgrenze Statt 2.5% → 0%	Reduktion infolge Potenzialgrenze Statt 3% → 0%	Reduktion infolge Potenzialgrenze Statt 5% → 0%
23	E Produktionsänderung Kernkraftwerke	Reduktion, damit kein Elektrizitätsexport (Statt 68% → 45.8%) Anpassung an neue Situation → 47% Anpassung an neue Situation → 62%	Keine Produktions-Erhö- hung (Statt 50% → 45.8%) Anpassung an neue Situation → 47% Anpassung an neue Situation → 33%	
26	Ausgabe der nach der Massnahme E noch zu deckenden Nutzenergie im Feld H26 (als Ersatz des dafür zunächst eingesetzten Erdgases) ⁸	1.48 PJ 100% für die folgenden Substitutionen	11.12 PJ 100% für die folgenden Substitutionen	91.26 PJ 100% für die folgenden Substitutionen
25	F Erdgasersatz durch Biogas			Reduktion infolge Potenzialgrenze Statt 5% → 4% Reduktion infolge Potenzialgrenze

⁷ Bei voller Nutzung des bis 2050 realisierbaren Potenzials an erneuerbaren Energien gemäss [22] steht dem Verkehr sehr viel elektrische Energie zur Verfügung. Diese wurde nach Absprache mit dem BFE für die Substitution E (Ersatz der Erdölprodukte durch H₂ aus Elektrizität) eingesetzt. Je nach technischer Entwicklung könnte die Substitution D (Ersatz der Erdölprodukte durch Elektrizität und Speicherung mit Hochleistungsakkumulatoren) sinnvoller sein. Möglich ist bis 2050 auch eine effiziente direkte H₂-Produktion aus Solarenergie (Substitution G). Das Ergebnis ist für den Verkehr in allen Fällen die Einsparung eines grossen Teils des Erdöls.

⁸ Aus Platzgründen in der Zeile 26 der Visionen mit dem Maskentext „Nutzenergie Erdgas nach Massn. E in [PJ]“ angeordnet. Die %-Angaben der Substitutionen F bis K beziehen sich auf diese noch zu deckende Nutzenergie.

				→ 3%
28	H Erdgasersatz durch Photovoltaik	Ausschöpfung des Ausbaupotenzials bis 2010 von 0.25 PJ/a ((Nowak [22]) → 0.2 PJ bzw. 15% der nach E noch zu deckenden Nutzenergie	Ausschöpfung des Ausbaupotenzials bis 2025 von 7.2 PJ/a ((Nowak [22]) → 7.2 PJ bzw. 65% der nach E noch zu deckenden Nutzenergie	Kompensation I und K Statt 75% → 70% Praktisch volle Nutzung der bis 2050 realisierbaren Produktion an elektrischer Energie durch PV von 75 PJ/a (Nowak [22]) → 70.7 PJ bzw. 77.5% der nach E noch zu deckenden Nutzenergie
30	I Erdgasersatz durch Windenergie	Ausschöpfung des Ausbaupotenzials bis 2010 von 0.36 PJ/a (Horbaty [22]) → 0.3 PJ bzw. 29% der nach E noch zu deckenden Nutzenergie	Ausschöpfung des Ausbaupotenzials bis 2025 von 2.2 PJ/a (Horbaty [22]) → 2.2 PJ bzw. 20% der nach E noch zu deckenden Nutzenergie	Nutzungserhöhung Statt 17% → 21% Praktisch volle Nutzung der bis 2050 realisierbaren Produktion an elektrischer Energie aus Windenergie von 14.4 PJ/a (Horbaty [22]) → 13.2 PJ bzw. 14.5% der nach E noch zu deckenden Nutzenergie
32	K Erdgasersatz durch Geothermie		Anpassung für ca. 20% der Absolutwerte von 2050 Statt 1.5% → 2.5% der nach E noch zu deckenden Nutzenergie	Nutzungserhöhung Statt 3% → 5%

[Referenzen] in RoadMapStart.xls

Tabelle 3: Szenario bis 2050 Produktion aus CH-Kernkraftwerken konstant (Szenario_KKW_konst....). Es werden nur die Änderungen gegenüber der Tabelle 2 aufgezeigt. „Anpassung an neue Situation“ bedeutet eigene Anpassung von Eingabewerten als Folge der durch die Übernahme einzelner Werte aus mit [] gekennzeichneten Quellen entstandenen neuen Situationen.

Z	Eingaben	Vision 2010	Vision 2025	Vision 2050
	Raumheizung (RH)			
6 7	A2 Kesslersatz durch Wärmepumpen	Statt 0% → 5%	Statt 0% → 30%	Statt 0% → 65%
8 9	B Kesslersatz durch WKK-WP und KK-WP	Statt 5% → 0%	Statt 30% → 0%	Statt 65% → 0%
22 23	E Ersatz durch Holzkessel			Korrektur in Tab.2 aufgehoben Statt 6% → 7.5%
25 26	F Ersatz durch tiefe Geothermie			Kompensation von E Statt 8.5% → 7.5%
	Warmwasser (WW)			
10 11	B2 Kesslersatz durch Wärmepumpen	Statt 0% → 10%	Statt 0% → 20%	Statt 0% → 30%
12 13	C Kesslersatz durch WKK-WP und KK-WP	Statt 10% → 0%	Statt 20% → 0%	Statt 30% → 0%
	Verkehr (VK)			

8	B Ersatz Erdölprodukte durch Biogas		Korrektur in Tab.2 z.T. aufgehoben Statt 1% → 2%	(Statt 2% → 4%) Anpassung an neue Situation (Statt 4% → 4.5%) Anpassung an neue Situation Statt 4.5% → 6%
9	C Ersatz Erdölprodukte durch flüssige Biotreibstoffe		Korrektur in Tab.2 z.T. aufgehoben Statt 1% → 3%	(Statt 2.5% → 8%) Anpassung an neue Situation Statt 8% → 10%
11	D Ersatz Erdölprodukte durch Elektrizität		Statt 0% → 1.5%	Statt 0% → 3% Anpassung an neue Situation Statt 3% → 5%
13	E Ersatz Erdölprodukte durch H2 aus Elektrizität		(Statt 1% → 7%) Anpassung an neue Situation: → 17%	(Statt 5% → 35%) Massive Erhöhung des Einsatzes von H2 aus Elektrizität⁹ → 63%
Prozesswärme (PW)				
17	E Erdgasersatz durch Biogas			Statt 4% → 10%
Elektrizität (EI)				
23	E Produktionsänderung Kernkraftwerke (nur Inlandbedarfsdeckung)	Kein Elektrizitätsexport (Statt 45.8% → 49%) Anpassung an neue Situation (→ 50%) Anpassung an Restdeckung von 1.06 P → 65%	Kein Elektrizitätsexport (Statt 45.8% → 70%) Anpassung an neue Situation (→ 72%) bereits 2025 Erhöhung auf → 100%	Statt 0% → 100%; unverändert 100%
26	Ausgabe der nach der Massnahme E noch zu deckenden Nutzenergie im Feld H26 (als Ersatz dafür des zunächst eingesetzten Erdgases) ¹⁰	1.06 PJ 100% für die folgenden Substitutionen	3.20 PJ 100% für die folgenden Substitutionen	5.65 PJ 100% für die folgenden Substitutionen
25	F Erdgasersatz durch Biogas			Statt 4% → 10% → 4%
28	H Erdgasersatz durch Photovoltaik	Ausschöpfung des Ausbaupotenzials bis 2010 von 0.25 PJ/a (Nowak [22]) → 0.2 PJ bzw. 18% der nach E noch zu deckenden Nutzenergie	gleiche Anteile von PV und Wind 0.7 PJ bzw. 22% der nach E noch zu deckenden Nutzenergie	Kompensation F (Statt 70% → 65%) Gegenüber Wind etwas erhöhter PV-Anteil 2.8 PJ 0.7 PJ bzw. 50% der nach E noch zu deckenden Nutzenergie
30	I Erdgasersatz durch Windenergie	Ausschöpfung des Ausbaupotenzials bis 2010 von 0.36 PJ/a (Horbaty [22]) → 0.3 PJ bzw. 18% der nach E noch zu de-	gleiche Anteile von PV und Wind 0.7 PJ bzw. 27% der nach E noch zu deckenden Nutzenergie	Kompensation F (Statt 21% → 20%) Gegenüber Wind etwas erhöhter PV-Anteil 2.3 PJ bzw. 41% der nach E noch zu deckenden Nutzenergie

⁹ Diese Erhöhung ist nötig, um die Produktion an elektrischer Energie auch bei dem hier als bescheiden angenommenen Ausbau von Photovoltaik und Windenergie im Inland abzunehmen. Selbstverständlich wären auch hier die oben bereits erwähnten Substitutionsalternativen D und G möglich.

¹⁰ Aus Platzgründen in der Zeile 26 der Visionen mit dem Maskentext „Nutzenergie Erdgas nach Massn. E in [PJ]“ angeordnet. Die %-Angaben der Substitutionen F bis K beziehen sich auf diese noch zu deckende Nutzenergie.

		ckenden Nutzenergie		
32	K Erdgasersatz durch Geothermie			Kompensation F (Statt 4% → 5%) wie ohne KKW

[Referenzen] in RoadMapStart.xls