

Schweizer energie- und klimapolitische Szenarien im internationalen Kontext

Ergebnisse einer Befragung von Schweizer Klimapolitikexperten

Befragung im Rahmen des Projekts „Energieperspektiven – wirtschaftliche Auswirkungen“ der Schweizer Energieperspektiven 2005 bis 2035/50 des Bundesamts für Energie

Version zuhanden der Begleitgruppe der Energieperspektiven

September 2005

André Müller

Unter Mitarbeit von:

Christoph Böhringer

Ecoplan

Forschung und Beratung
in Wirtschaft und Politik

www.ecoplan.ch

Thunstrasse 22

CH - 3005 Bern

Tel +41 31 356 61 61

Fax +41 31 356 61 60

bern@ecoplan.ch

Postfach

CH - 6460 Altdorf

Tel +41 41 870 90 60

Fax +41 41 872 10 63

altdorf@ecoplan.ch

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Umfrage und CI-Analyse	3
3	Auswertung.....	7
3.1	Deskriptive Auswertung der Umfrage	8
3.2	CI-Analyse.....	16
3.3	Ergebnisse einer weltweiten Expertenbefragung.....	19
4	Zusammenfassung	20
5	Anhang A: Liste der befragten Experten	21
6	Anhang B: Expertenbefragung – Fragebogen	23

1 Einleitung

Klimapolitische Zielsetzungen sind eine zentrale Rahmenbedingung für die Ausgestaltung von mittel- und langfristigen Energie- bzw. Umweltpolitiken auf nationaler Ebene. Klimaschutz ist jedoch ein globales Problem. Die rationale Ausgestaltung nationaler Klimaschutzpolitik kann daher nicht losgelöst von den klimapolitischen Zielsetzungen anderer Länder erfolgen. Grundsätzlich stellt sich bei einer globalen Externalität wie dem Klimaschutz die Frage, ob sich einseitige Klimaschutzreduktionsmassnahmen eines Landes überhaupt auszahlen. So hat die Emissionsminderung eines einzelnen Landes nur einen geringfügigen Einfluss auf die Stabilisierung des Weltklimas, können aber spürbare Kosten für das Land verursachen. Es bestehen erhebliche Anreize, Trittbrett zu fahren, wenn kooperatives Verhalten im Klimaschutz nicht über (glaubhaft bindende) internationale Verträge erreicht werden kann. Fairnesspräferenzen und die Erwartung reziproken Verhaltens mögen das Trittbrettfahrerproblem abschwächen, aber der Grad an internationaler Kooperation in der zukünftigen Klimapolitik bleibt dennoch sehr ungewiss.

Grundsätzlich besteht bei der Festlegung internationaler Klimaschutzziele auch eine erhebliche Unsicherheit über die Folgen anthropogener Klimaveränderungen bzw. der aus einem stringenten Kosten-Nutzen-Kalkül ableitbaren „optimalen“ Emissionsvermindierungen auf globaler Ebene. Schliesslich ist das Kosten-Nutzen-Kalkül aus politökonomischer Perspektive durch die grosse zeitliche Diskrepanz von Kosten und potenziellem Nutzen gekennzeichnet, was die kurz- und mittelfristige Umsetzung von Emissionsvermeidungsmassnahmen aus Sicht von Regierungen erschweren kann.

Auch bei der Festlegung nationaler Klimaschutzziele aus engeren Kostenwirksamkeitsüberlegungen sind die internationalen Klimaschutzanstrengungen zu berücksichtigen. Verfolgt ein Land – im internationalen Vergleich – eher ambitionierte Emissionsminderungsziele, dann kann es zu einer Schwächung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit bzw. zu Standortverlagerungen umweltintensiver Industrien ins Ausland kommen: die heimische Produktion wird durch Importe umweltintensiver Güter ersetzt. Falls die importierenden umweltintensiven Güter mit höheren spezifischen Emissionen als die heimische Güterproduktion verbunden sind, wird die ökologische Wirksamkeit einer nationalen „Vorreiterrolle“ verringert – die heimischen Emissionsreduktionen werden zum Teil durch erhöhte Emissionen im Ausland kompensiert (leakage-Effekt).

Bei der Festlegung heimischer Energie- und Umweltpolitik sehen sich die Entscheidungsträger folglich zahlreichen möglichen Entwicklungen auf internationaler Ebene sowie wechselseitiger Einflüsse zwischen nationaler und internationaler Klimaschutzpolitik gegenüber. Um die Vielzahl zukünftiger Klimaschutzszenarien zu reduzieren und damit Klimapolitik als Determinante von nationaler Energie- und Umweltpolitik zu operationalisieren, wurde eine Cross-Impact (CI) –Analyse durchgeführt. Die CI-Analyse ist ein formalisiertes, quantitatives Verfahren zur Erstellung von Szenarien auf Basis einer Expertenbefragung. Sie erlaubt es, mögliche zukünftige Ereignisse sowie deren Interdependenzen systematisch zu untersuchen.

Im Folgenden werden die Ergebnisse einer Befragung von Schweizer Klimapolitik-Experten dokumentiert. Mittels einer CI-Matrix wurden politikrelevante Klimaschutzszenarien für die Schweiz im internationalen Kontext identifiziert. In Abschnitt 2 wird kurz das grundsätzliche Vorgehen bei der CI-Analyse beschrieben und auf die Ausgestaltung des zugehörigen Fragebogens eingegangen. In Abschnitt 3 erfolgt die Auswertung der Befragungsergebnisse bzw. der Simulationsergebnisse zur Bestimmung relevanter Klimaschutzszenarien. Abschnitt 4 fasst zusammen.

2 Umfrage und CI-Analyse

Um die aus Schweizer Sicht wahrscheinlichen Szenarios für zukünftige Klimaschutzpolitiken bis zum Jahr 2035 zu ermitteln, wurde eine schriftliche Befragung von 160 Schweizer Experten auf dem Gebiet der Klimapolitik durchgeführt. Zur Erstellung von Szenarien mit Hilfe der CI-Analyse sind subjektive Experteneinschätzungen zu den Eintrittswahrscheinlichkeiten der relevanten Ereignisse sowie paarweise Schätzungen der „cross-impacts“ (des Zusammenhangs) zwischen den Ereignissen als Input erforderlich. Die Befragung erfolgte mittels einer CI-Matrix, mit der die erforderlichen Informationen erfasst werden können. Im Anhang B ist diese Befragung im Detail dokumentiert.

Die CI-Analyse berücksichtigt – als Weiterentwicklung der Delphi-Befragung – neben den Eintrittswahrscheinlichkeiten zukünftiger Ereignisse auch Interdependenzen (Richtung und Stärke) zwischen den Ereignissen. Die Experteneinschätzungen im Rahmen einer CI-Analyse ersetzen das – aus offensichtlichen Gründen – fehlende theoretische Modell über das Zusammenwirken der einzelnen Szenariendimensionen im internationalen Klimaschutz. Aus den Informationen der CI-Matrix werden im Rahmen der CI-Analyse in fünf Arbeitsschritten zusammengesetzte Vorhersagen zu den Szenarien erzeugt:

- (i) Definition and Strukturierung des Themenkomplexes.
- (ii) Festlegung zentraler Szenariendimensionen und der möglichen Ausprägungen: Die Wahl von Szenariendimensionen und ihrer Ausprägungen sollte eine problemadäquate Begrenzung möglicher Zukunftsentwicklungen gewährleisten.
- (iii) Experteneinschätzung zu den jeweiligen erwarteten Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Ausprägungen sowie der wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den Ereignissen mittels CI-Matrix.
- (iv) Simulation der gemeinsamen Wahrscheinlichkeiten interdependenter Szenarien.
- (v) Auswahl der Szenarien mit den höchsten Eintrittswahrscheinlichkeiten.

Dieses Vorgehen ermöglicht es, die grosse Anzahl möglicher Szenarien auf einige wenige wahrscheinliche Klimaschutzszenarien zu reduzieren. Die verwendete Methode der CI-Analyse folgt dem BASICS-Ansatz (Batelle Scenario Inputs to Corporate Strategies).

Im Rahmen der Befragung wurden die Experten zunächst über die Arbeitshypothesen zur klimapolitischen und wirtschaftlichen Referenzentwicklung bis zum Jahr 2035 informiert. Auf der internationalen Ebene ist seit Anfang 2005 das Kioto-Protokoll in Kraft, das industrialisierte Länder – mit Ausnahme der USA (welche sich Anfang 2001 aus dem Kioto-Prozess zurückgezogen haben) – verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen während des Zeitraums von 2008 bis 2012 gegenüber dem Emissionsniveau von 1990 zu verringern. Allerdings besteht breite Übereinstimmung, dass das Kioto-Protokoll keine nennenswerte Emissionsminderungen erzielen wird, da die vereinbarten Emissionsminderungsziele für die Gesamtheit der betroffenen Länder wenig restriktiv sind. Weitere Emissionsminderungsverpflichtungen für die Industrieländer (inklusive der USA) und die mögliche Einbeziehung von Entwicklungsländern nach 2012 sollen im Rahmen zukünftiger Klimaschutzkonferenzen diskutiert werden. Bisher gibt es aber keine konkreten internationalen Vereinbarungen wie ein globaler Post-Kioto-Prozess aussehen könnte. Vor diesem Hintergrund wird das im Folgenden beschriebene Referenzszenario als mittelfristige wirtschaftliche Entwicklung ohne weitere konkrete Klimaschutzmassnahmen bzw. ohne weitere explizite Emissionsminderungsverpflichtungen verstanden. In Hinblick auf die klimapolitische Referenzentwicklung für den Zeithorizont bis 2035 wird im Gegenzug nach weitgehend übereinstimmenden Expertenprojektionen ein deutlicher Anstieg der globalen CO₂-Emissionen um mehr als 1,7% pro Jahr unterstellt. Der globale Emissionsanstieg, welcher insbesondere auf die steigende Nachfrage nach fossilen Energieträgern in Entwicklungsländer zurückzuführen ist, geht einher mit prognostizierten Wachstumsraten des globalen Bruttosozialprodukts von ca. 3%. Für die Schweiz und die Europäische Union werden die in Tabelle 2-1 quantifizierte Entwicklung der Wirtschaftskraft mit den damit verbundenen CO₂-Emissionen auf Basis einschlägiger Projektionen unterstellt.

Tabelle 2-1: Wirtschaftliche und emissionsseitige Referenzentwicklung

Entwicklung	Global		EU25		Schweiz	
	Jährliche Wachstumsrate	Zunahme von 2005 bis 2035	Jährliche Wachstumsrate	Zunahme von 2005 bis 2035	Jährliche Wachstumsrate	Zunahme von 2005 bis 2035
Bruttosozialprodukt, bzw. BIP	3.0%	140%	2.3%	100%	0.9%	30%
CO ₂ -Emissionen	1.7%	65%	0.7%	20%	-0.3%	-10%

Die Auswahl von Szenariendimensionen und ihren Ausprägungen erfordert eine drastische Reduktion der klimapolitischen Debatte auf wenige zentrale Komponenten. Das Ausfüllen der CI-Matrix wird für die befragten Experten ansonsten zu komplex und zeitaufwendig. Die möglichen Entwicklungen der Schweizer und internationalen Klimapolitik werden über vier Dimensionen A-D mit jeweils vier alternativen Ausprägungen beschrieben. Es existieren somit $4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 = 256$ mögliche Szenarien. Tabelle 2-2 fasst die unterschiedlichen Szenariendimensionen und ihre Ausprägungen zusammen.

Die Dimensionen A-C beinhalten Emissionsminderungsverpflichtungen auf *Globaler Ebene* (A), *EU-Ebene* (B) und *Schweizer Ebene* (C). Die jeweiligen regionalen Emissionsminderungsverpflichtungen werden durch vier gleichartige Ausprägungen ($a_1, \dots, a_4$; $b_1, \dots, b_4$; $c_1, \dots, c_4$) beschrieben. In der Differenzierung nach Regionen und der Höhe von regionalspezifischen Minderungsverpflichtungen spiegelt sich die aus den bisherigen Klimaverhandlungen gewonnene Erkenntnis, dass die mittelfristige Klimaschutzpolitik wesentlich von der Frage der Verteilung von Minderungslasten dominiert wird. Aus Sicht eines einzelnen Landes stellen dabei Regionen mit ähnlicher wirtschaftlicher und gesellschaftspolitischer Struktur einen wichtigen Bezugspunkt dar: Im Fall der Schweiz wurde als „benchmarking“-Region die EU gewählt: Durch die starken wirtschaftlichen und politischen Verflechtungen dieser Länder ist davon auszugehen, dass die Wechselwirkungen zwischen der Klimaschutzpolitik der Schweiz und der (gemeinsamen Klimaschutzpolitik der) EU besonders ausgeprägt sind. Die zusätzlich eingeführte globale Ebene erlaubt es festzustellen, ob ein einzelnes Land bzw. eine Ländergruppe in seinen Minderungsanstrengungen gegenüber der Referenzsituation unter oder über dem weltweiten Durchschnitt liegt: Dadurch wird ein weiterer wichtiger Bezugspunkt aus nationaler Sicht in Hinblick auf reziprokes Verhalten bzw. Wettbewerbsüberlegungen explizit gemacht. Die Charakterisierung der Minderungsverpflichtungen gegenüber dem Referenzszenario mit nur vier Intervallen – (0% bis 5%), (>5% bis 25%), (>25% bis 40%), (>40%) – kann dabei nur grob unterschiedliche Grössenordnungen wiedergeben.

Die vierte Szenariodimension *D* bezieht sich auf die Flexibilisierung heimischer (hier: Schweizer) Emissionsminderungsverpflichtungen über internationalen Emissionshandel oder projektbasierte Mechanismen wie „Joint Implementation“ bzw. dem „Clean Development Mechanism“. Der Anteil der heimischen Emissionsminderungsverpflichtungen (in %), welcher im Ausland realisiert wird, wird dabei als Flexibilisierungsgrad bezeichnet und ist grob in vier Ausprägungen bzw. Intervalle – (0% bis 25%), (> 25% bis 50%), (> 50% bis 75%), (> 75% bis 100%) – unterteilt.

In der schriftlichen Befragung mussten die Experten zunächst die jeweiligen von ihnen erwarteten ursprünglichen Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Ausprägungen der Szenariendimensionen angeben. Die Informationen zu den erwarteten Eintrittswahrscheinlichkeiten erlauben – zum Beispiel über die Bildung des Mittelwertes – eine einfache deskriptive Auswertung, welche Ausprägungen in den jeweiligen Szenariendimensionen von den Experten als wahrscheinlicher bzw. unwahrscheinlicher angesehen werden. Andererseits dienen die erwarteten Eintrittswahrscheinlichkeiten als Ausgangspunkt für die Simulation von zukünftigen Klimaschutzszenarien im Rahmen der CI-Analyse (siehe Kapitel 3.2).

Tabelle 2-2: Übersicht der Szenariendimensionen und ihrer Ausprägungen

Szenariendimensionen A-C: Emissionsminderungsverpflichtungen			
A: Welt	B: EU	C: Schweiz	
Ausprägungen			
a₁	b₁	c₁	Minderungsverpflichtungen der CO ₂ -Emissionen in 2035 von höchstens 5% (0% bis 5%)
a₂	b₂	c₂	Minderungsverpflichtungen der CO ₂ -Emissionen in 2035 von mehr als 5% bis 25% (>5% bis 25%)
a₃	b₃	c₃	Minderungsverpflichtungen der CO ₂ -Emissionen in 2035 von mehr als 25% bis 40% (>25% bis 40%)
a₄	b₄	c₄	Minderungsverpflichtungen der CO ₂ -Emissionen in 2035 von mehr als 40% (> 40%)
Szenariendimension			
D Flexibilisierungsgrad (Anteil CH-Minderung im Ausland)			
Ausprägungen			
d₁ : 0% bis 25%	d₂ : > 25% bis 50%	d₃ : > 50% bis 75%	d₄ : > 75% bis 100%

Zusätzlich werden bei der Szenarienerstellung aber auch die Zusammenhänge zwischen den Politikereignissen (Szenarienausprägungen) beachtet. Diese Interdependenzen können bei der Abschätzung von „isolierten“ Eintrittswahrscheinlichkeiten offensichtlich nur unzureichend mitbedacht werden. Die bilateralen Abhängigkeiten zwischen einzelnen Szenarienausprägungen wurden über eine CI-Matrix abgefragt, in der die Experten die direkten Einflüsse des Eintritts einer Ausprägung (Politik) auf die Eintrittswahrscheinlichkeit einer anderen Ausprägung (Politik) angeben. So bewertet der Experte beispielsweise bei der Kombination der Ausprägungen *b₁/c₃* den Sachverhalt „Angenommen, Politik/Ausprägung *b₁* ist realisiert, dann verringert/erhöht dies die Eintrittswahrscheinlichkeit der Politik/Ausprägung *c₃*.“ Es wird im konkreten Beispiel also bewertet, wie sich eine CO₂-Minderungsverpflichtung der EU in 2035 von höchstens 5% auf die Wahrscheinlichkeit auswirkt, dass die Schweiz eine deutlich höhere CO₂-Minderungsverpflichtung von 25% bis 40% eingeht. Die Stärke des Einflusses auf Eintrittswahrscheinlichkeiten wird durch eine Skala von -3 bis +3 zum Ausdruck gebracht (siehe Tabelle 2-3). Bei 4 Szenariendimensionen mit jeweils 4 alternativen Ausprägungen ergeben sich in der Abfrage wechselseitiger Abhängigkeiten $4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 - 4 \cdot (4 \cdot 4) = 192$ Kombinationen, die vom Experten zu bewerten sind.

Bei der Befragung wurden die Experten zudem nach ihrem Ausbildungsabschluss, der derzeitigen Beschäftigung sowie ihrer persönlichen Prioritätensetzung zwischen Umweltschutz und Wohlstand gefragt.

Tabelle 2-3: Skala für die Bewertung wechselseitiger Abhängigkeiten bei der CI-Analyse

Wert	Interpretation
-3	verringert die Eintrittswahrscheinlichkeit erheblich
-2	verringert die Eintrittswahrscheinlichkeit
-1	verringert die Eintrittswahrscheinlichkeit in geringem Masse
0	hat keinen Einfluss auf die Eintrittswahrscheinlichkeit
+1	erhöht die Eintrittswahrscheinlichkeit in geringem Masse
+2	erhöht die Eintrittswahrscheinlichkeit
+3	erhöht die Eintrittswahrscheinlichkeit erheblich

3 Auswertung

Insgesamt wurden Fragebögen an 160 Personen ausgesandt, wovon 78 Personen die Umfrage vollständig und fristgerecht beantworteten (vgl. Tabelle 3-1). Die nachfolgende Auswertung der Befragung erfolgt in zwei Teilen. Im ersten – eher deskriptiven – Teil wird die Gesamtheit der Befragten nach persönlichen Merkmalen charakterisiert, um die Befragungsergebnisse zur Klimaschutzpolitik besser einordnen zu können. Zudem erfolgt die Interpretation der von den Experten erwarteten Eintrittswahrscheinlichkeiten einzelner Politikausprägungen sowie der Wechselwirkungen zwischen den Ausprägungen. Der zweite Teil stellt die Ergebnisse der Simulationsanalyse auf Basis der CI-Matrix vor: Es werden ausgehend von den Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Ausprägungen der einzelnen Szenariodimensionen und deren Wechselwirkungen die gemeinsamen Eintrittswahrscheinlichkeiten für Klimaschutzszenarien mittels Monte-Carlo-Simulation simuliert, so die – aus Expertensicht – relevanten Szenarien identifiziert und in ihren Unterschieden bzw. Gemeinsamkeiten bewertet.

Tabelle 3-1: Angefragte Experten und Rückantworten

Total angefragte Experten	160	100%
Total beantwortete Fragebogen	83	52%
Total verwertbare, erfasste Fragebogen *)	78	49%

*) einige wenige Fragebogen wurden nicht vollständig ausgefüllt oder sind zu spät eingetroffen

3.1 Deskriptive Auswertung der Umfrage

Tabelle 3-2 beinhaltet eine Gesamtübersicht, wie sich die Merkmale „Ausbildungsabschluss“, „Beschäftigung“ sowie „Bewertung von Umweltschutz und Wohlstand“ über alle Befragten verteilt.

Tabelle 3-2: Merkmalsstruktur der Befragten (Gesamtzahl: 78)

Höchster Ausbildungsabschluss	[%]	Beschäftigung	[%]
Naturwissenschaftlicher Bereich	34.1	Wissenschaft/Beratung	32.5
Ingenieurwissenschaftlicher Bereich	22.0	Verwaltung: UVEK-Ämter	22.1
Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich	35.4	Verwaltung: Andere Ämter	9.1
Sozialwissenschaftlicher Bereich	4.9	Energiewirtschaft	10.4
Rechtswissenschaftlicher Bereich	3.7	Industrie, Dienstleistung, usw.	14.3
Verwaltungstechnischer Bereich	0	Umweltverbände, NGO	9.1
Andere (und zwar)	0	Andere (und zwar)	2.6

Mehr als 90 % der Befragten haben ihren höchsten Ausbildungsabschluss im Bereich der Natur-, Ingenieur-, oder Wirtschaftswissenschaften; nicht einmal jeder zehnte der 78 Befragten hat seinen höchsten Abschluss im sozial- oder rechtswissenschaftlichen Bereich. Beim aktuellen Beschäftigungsverhältnis dominieren Wissenschaft (bzw. Beratung) und Verwaltung mit jeweils fast einem Drittel; die Industrie inkl. der Energiewirtschaft ist mit knapp einem Viertel der Befragten vertreten; dagegen liegen die Beschäftigten bei Umweltverbänden und NGOs in ihrem Anteil bei unter 10%.

Umweltschutz und Wohlstand

Hinsichtlich der Abwägung zwischen Umweltschutz und Wohlstand wurden die Experten gefragt ob sie sich „...eine Schweiz wünschen, in welcher der Umweltschutz wichtiger ist als der wirtschaftliche Wohlstand, oder eine Schweiz, in welcher der wirtschaftliche Wohlstand wichtiger ist als der Umweltschutz“; dabei sollten sie sich auf einer 7er-Skala von „Wohlstand wichtiger“ (-3) über „weder/noch“ (0) zu „Umweltschutz wichtiger“ (+3) verorten.

Der oberste Teil der Grafik 3-1 zeigt die Einschätzung aller Experten hinsichtlich der Abwägung zwischen Wohlstand und Umweltqualität. Die Hälfte der befragten Experten ist indifferent; bei der anderen Hälfte überwiegt die Prioritätensetzung zugunsten der Umwelt (ca. 30% mit stärkerer Umwelterorientierung gegenüber ca. 17% mit stärkerer Wohlstandsorientierung). Eine starke Priorität für Wohlstand oder Umweltqualität hat jeweils nur eine kleine Minderheit.

In einem weiteren Schritt wurden die Experten in 4 Beschäftigungsgruppen eingeteilt. Der mittlere Teil der Grafik 3-1 zeigt den Zusammenhang zwischen der Beschäftigung der Befragten und ihrer Prioritätensetzung in Hinblick auf Umweltschutz und Wohlstand. Dabei wurden die Beschäftigungskategorien „Verwaltung: UVEK-Ämter“ und „Verwaltung: Andere Ämter“ zu einer Gesamtkategorie *Verwaltung* zusammengefasst und die Beschäftigungskategorie „In-

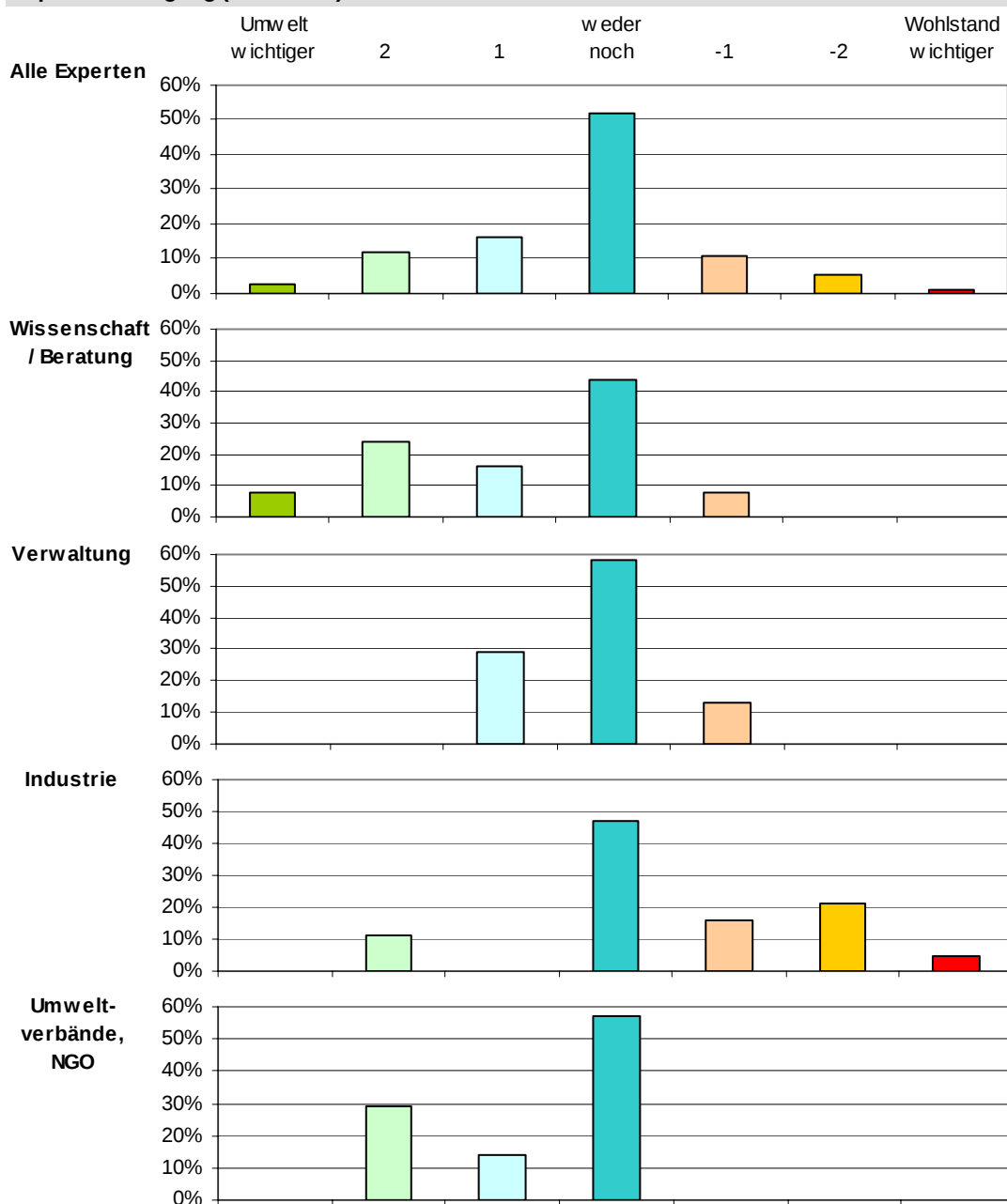
dustrie, Dienstleistung, usw.“ mit „Energiewirtschaft“ in den übergeordneten Beschäftigungsbereich *Industrie* zusammengefasst. Von allen Befragten stammen damit jeweils gut 30% aus der Wissenschaft oder der Verwaltung; 25 % sind der Industrie zuzuordnen und ca. 10% den Umweltverbänden/NGOs. In allen Beschäftigungsgruppen überwiegt klar der Anteil derer, die sich indifferent zwischen Wohlstand und Umweltschutz geben. Während fast 40% der Industrievertreter eine Präferenz für mehr Wohlstand angeben, ist dies bei Beschäftigten in der Wissenschaft oder den Umweltverbänden umgekehrt. Interessanterweise ist die Prioritätensetzung zugunsten der Umwelt bei den Wissenschaftsvertretern sogar noch stärker als bei den Repräsentanten von Umweltverbänden. Beschäftigten in der Industrie. Die Verwaltungsvertreter äussern jeweils nur sehr moderate Tendenzen für mehr Wohlstand oder Umweltqualität, wobei eine leichte Umwelterorientierung stärker als eine leichte Wohlstandorientierung ausgeprägt ist.

Im Rahmen einer repräsentativen Befragung im Februar/März 2002 wurden 1004 repräsentativ ausgewählte Personen u.a. genau dieselbe Frage zur Wunschvorstellung bezüglich Umwelt und Wohlstand befragt.¹ Wie die Grafik 3-1 im untersten Teil zeigt, ist die Prioritätensetzung zugunsten der Umwelt bei der Bevölkerung deutlich ausgeprägter als bei den 2005 – im Rahmen dieser Untersuchung - befragten 78 Experten. Zu beachten ist natürlich, dass mehr als drei Jahre zwischen den beiden Befragungen liegen.

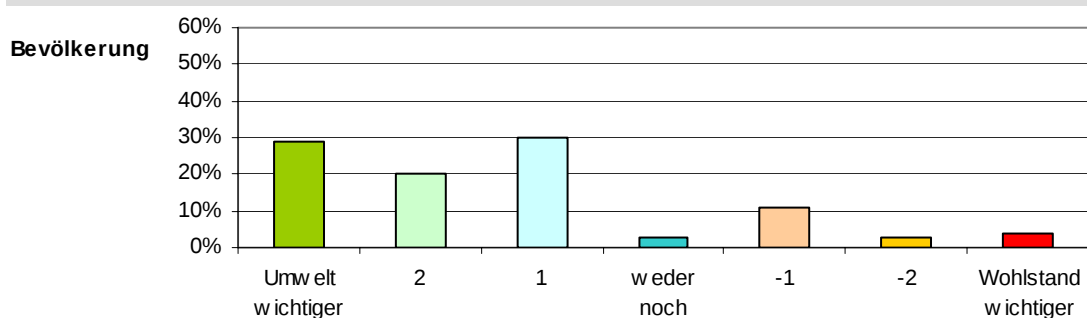
¹ Claude Longchamp (2002), Drei Reaktionsweisen im Spannungsfeld von Moderne und Tradition. Eine Analyse polit-kultureller Konflikte in der Schweiz am Vorabend der Expo.02. Schlussbericht zur Bevölkerungsbefragung im Auftrag der "Präsenz Schweiz".

Grafik 3-1: Wohlfahrts- und Umweltpräferenzen der Experten (Juni 2005) und der Gesamtbevölkerung (2002)

Expertenbefragung (Jahr 2005)



Repräsentative Bevölkerungsbefragung (Jahr 2002)



In Tabelle 3-3 sind die Durchschnittswerte der erwarteten Eintrittswahrscheinlichkeiten für die jeweiligen Ausprägungen der Szenariendimensionen über alle Befragten angegeben. Bei den Minderungsverpflichtungen werden Ziele von mehr als 5% bis 25% auf allen drei regionalen Ebenen (Welt, EU, Schweiz) am wahrscheinlichsten gehalten (jeweils ca. 40 %). Eine sehr ambitionierte Klimapolitik mit mehr als 40 % Emissionsminderungsverpflichtung gegenüber der Referenzsituation in 2035 wird dagegen auf allen drei regionalen Ebenen für sehr unwahrscheinlich erachtet. Die EU und die Schweiz werden – im weltweiten Vergleich – eher als Vorreiter im Klimaschutz gesehen: deutlich mehr Experten halten eine ambitionierte Klimapolitik mit mehr als 25 % Emissionsminderungsverpflichtung in der EU und der Schweiz für wahrscheinlicher als eher symbolische Klimapolitik mit weniger als 5% Emissionsminderungsverpflichtung. Die Einschätzung bei den Minderungsverpflichtungen auf globaler Ebene sieht umgekehrt aus: deutlich mehr Experten gehen von niedrigen als von höheren Klimaschutzzielen aus. Insgesamt sind die Einschätzung der bezüglich der Emissionsminderungsverpflichtungen für die EU und die Schweiz fast identisch. In Hinblick auf die Schweiz wird eine sehr starke bis vollständige Flexibilisierung der Minderungsverpflichtungen für unrealistisch betrachtet – Experten erwarten zum Grossteil eine Flexibilisierung von unter 50%.

Tabelle 3-3: Erwartete Eintrittswahrscheinlichkeiten

Szenariendimension	Ausprägungen	Eintrittswahrscheinlichkeit (in %)
A Globale Emissionsminderungsverpflichtungen in 2035 gegenüber Referenzszenario	a ₁ : höchstens 5%	36
	a ₂ : >5% bis 25%	39
	a ₃ : >25% bis 40%	16
	a ₄ : mehr als 40%	8
		$\Sigma = 100\%$
B EU Emissionsminderungsverpflichtungen in 2035 gegenüber Referenzszenario	b ₁ : höchstens 5%	21
	b ₂ : > 5% bis 25%	42
	b ₃ : > 25% bis 40%	25
	b ₄ : mehr als 40%	12
		$\Sigma = 100\%$
C Schweizer Emissionsminderungsverpflichtungen in 2035 gegenüber Referenzszenario	c ₁ : höchstens 5%	22
	c ₂ : > 5% bis 25%	41
	c ₃ : > 25% bis 40%	27
	c ₄ : mehr als 40%	10
		$\Sigma = 100\%$
D Flexibilisierungsgrad (Anteil CH-Minderung im Ausland)	d ₁ : bis 25%	27
	d ₂ : > 25% bis 50%	39
	d ₃ : > 50% bis 75%	25
	d ₄ : > 75% bis 100%	9

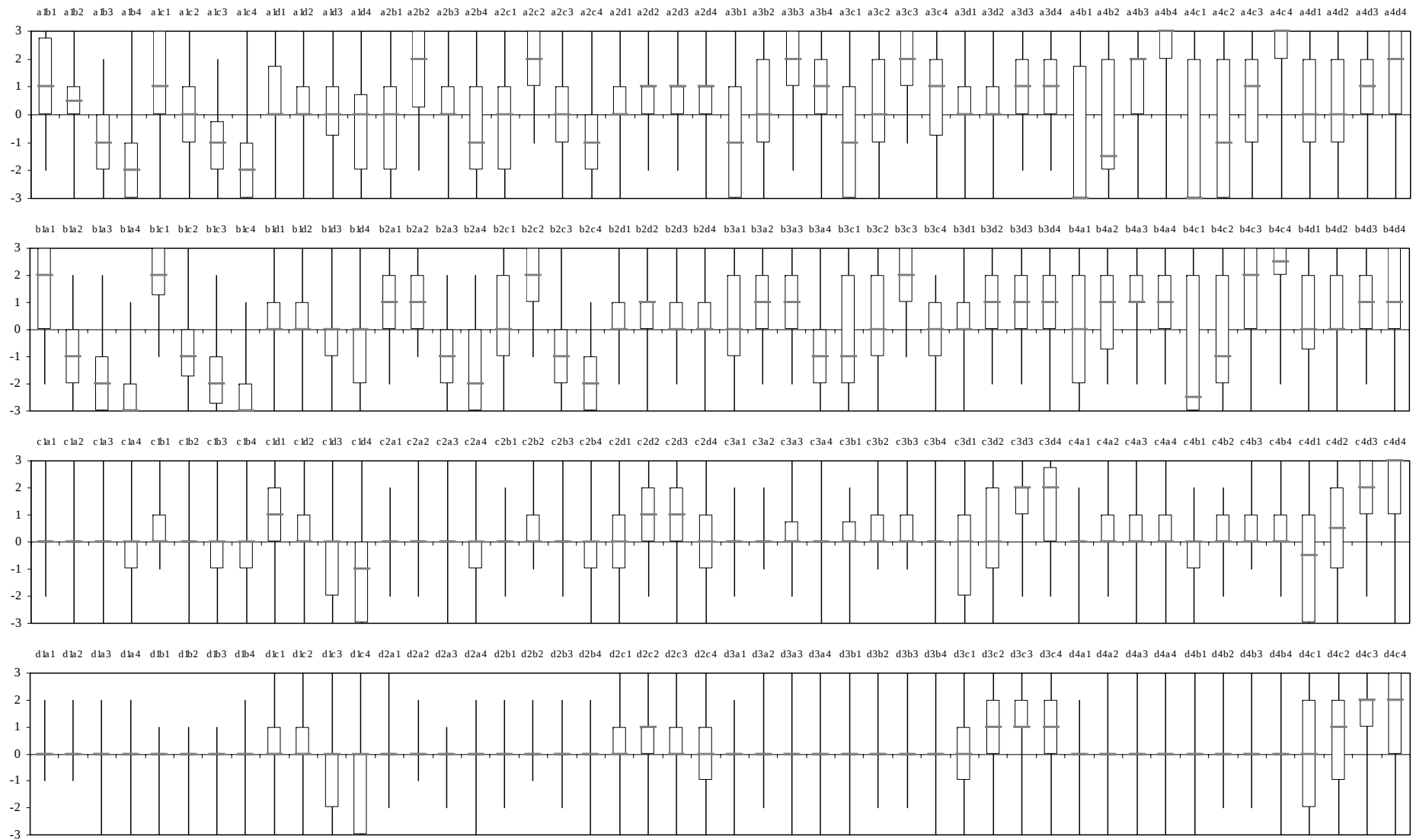
Tabelle 3-4 gibt die Mediane der Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Szenarienausprägungen in der Cross-Impact-Matrix an. Die Mehrzahl der Experten sieht keinerlei Einfluss der Schweizer Emissionsminderungsverpflichtungen auf die Eintrittswahrscheinlichkeiten für EU-weite oder globale Emissionsminderungsverpflichtungen. In Bezug auf die Schweizer Klimaschutzpolitik fördert ein höherer Flexibilisierungsgrad die Eintrittswahrscheinlichkeit von hohen Schweizer Emissionsminderungsverpflichtungen. Umgekehrt erhöhen höhere Schweizer Emissionsminderungsverpflichtungen von über 25% deutlich die Eintrittswahrscheinlichkeit von Flexibilisierungsgraden über 50%. Der Einfluss der globalen Klimaschutzpolitik wird für die EU-Ebene und die Schweizer Ebene sehr ähnlich gesehen:

Tabelle 3-4: Mediane der Cross-Impact-Matrix (78 Befragte)

Cross-Impact Matrix: Klimapolitische Szenarien			A				B				C				D			
			Globale Emissionsmin- derungsverpflichtungen				EU-Emissionsminde- rungsverpflichtungen				Schweizer Emissions- minderungsverpflich- tungen				Flexibilisierungsgrad (Anteil CH-Minderung im Ausland)			
			A ₁	a ₂	a ₃	A ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄
A	Globale Emissionsmin- derungsverpflichtung in 2035 gegenüber Re- ferenzszenario	a ₁ : höchstens 5%	a ₁				1	1	-1	-3	1	0	-1	-2	0	0	0	0
		a ₂ : > 5% bis 25%	a ₂				0	2	0	-1	0	2	0	-1	0	1	1	1
		a ₃ : > 25% bis 40%	a ₃				-1	0	2	1	-2	0	2	1	0	1	1	1
		a ₄ : mehr als 40%	a ₄				-3	-2	2	3	-3	-1	1	3	0	0	1	2
B	EU-Emissionsminde- rungsverpflichtungen in 2035 gegenüber Re- ferenzszenario	b ₁ : höchstens 5%	b ₁	2	-1	-2	-3				2	-1	-2	-3	0	0	0	0
		b ₂ : > 5% bis 25%	b ₂	1	1	-1	-2				0	2	-1	-2	0	1	0	0
		b ₃ : > 25% bis 40%	b ₃	0	1	1	-1				-2	0	2	0	0	1	1	1
		b ₄ : mehr als 40%	b ₄	0	1	1	1				-3	-1	2	3	0	0	1	1
C	Schweizer Emissions- minderungsverpflich- tungen in 2035 gegen- über Referenzszenario	c ₁ : höchstens 5%	c ₁	0	0	0	0	0	0	0					1	0	0	-1
		c ₂ : > 5% bis 25%	c ₂	0	0	0	0	0	0	0					1	1	1	0
		c ₃ : > 25% bis 40%	c ₃	0	0	0	0	0	0	0					0	1	2	2
		c ₄ : mehr als 40%	c ₄	0	0	0	0	0	0	0					-1	1	2	3
D	Flexibilisierungsgrad (Anteil CH-Minderung im Ausland)	d ₁ : bis 25%	d ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
		d ₂ : > 25% bis 50%	d ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0				
		d ₃ : > 50% bis 75%	d ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1				
		d ₄ : > 75% bis 100%	d ₄	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2				

Eher symbolische globale Klimaschutzpolitik mit Minderungsverpflichtungen unter 5% verringert die Eintrittswahrscheinlichkeit ambitionierter Klimaschutzpolitik auf EU- bzw. Schweizer Ebene. Stringente globale Klimaschutzpolitik mit Emissionsminderungszielen von über 25% erhöht dagegen die Eintrittswahrscheinlichkeit ambitionierter Klimaschutzpolitik in der EU bzw. Schweiz. Die Klimaschutzpolitik hat einen „gleichgerichteten“ Einfluss auf die Klimaschutzpolitik in der Schweiz sowie in deutlich abgeschwächter Form auf die globale Klimaschutzpolitik: Falls die EU eher bescheidene Klimaschutzpolitik mit Emissionsminderungszielen unter 5% betreibt, verringert dies die Eintrittswahrscheinlichkeit ambitionierte Klimaschutzpolitik auf globaler Ebene sowie auf Schweizer Ebene erheblich – es bestehen ein deutlich reziproker Zusammenhang. Als Vorreiter bei hohen Klimaschutzanstrengungen wirkt die EU in starkem Masse auf die Schweiz, dies führt jedoch kaum zu reziprokem Verhalten seitens der Welt.

Die Streuung in den Einschätzungen zu den Cross-Impacts wird in Grafik 3-2 veranschaulicht. Für jedes Ereignispaar wird dort in einem Box-Diagramm der Median, Minimum und Maximum sowie das 0.25-Quantil und das 0.75-Quantil angegeben. Betrachtet man die Minimum- und Maximumwerte für die Cross-Impacts wird deutlich, dass bei den meisten Ereignispaaren fast der gesamte Bewertungsspielraum von den Experten genutzt wurde. Die Quantilswerte zeigen jedoch, dass die Streuung um den Median für die meisten Cross-Impacts relativ moderat ausfällt und die oben beschriebenen Zusammenhänge von der Mehrheit der Experten geteilt wird. Insbesondere beim fehlenden Einfluss der Schweizer Emissionsminderungsverpflichtungen sowie dem Schweizer Flexibilisierungsgrad auf die Eintrittswahrscheinlichkeiten für EU-weite oder globale Emissionsminderungsverpflichtungen herrscht überwältigende Übereinstimmung. Grössere Uneinigkeit besteht über die Folgen hoher globaler und EU-weiter Reduktionsverpflichtungen auf die Schweizer Klimaschutzziele.

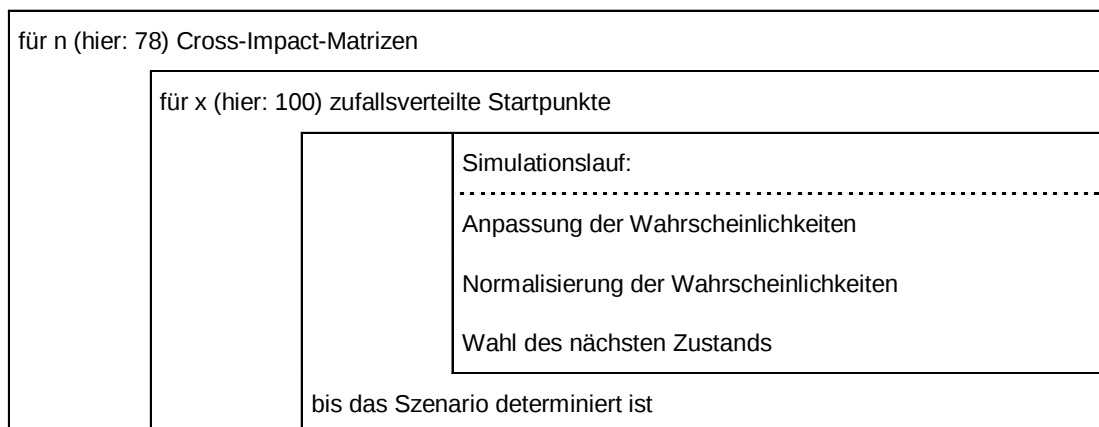
Grafik 3-2: Box-Diagramme für die Cross-Impacts (insgesamt: 192 Cross-Impacts)

3.2 CI-Analyse

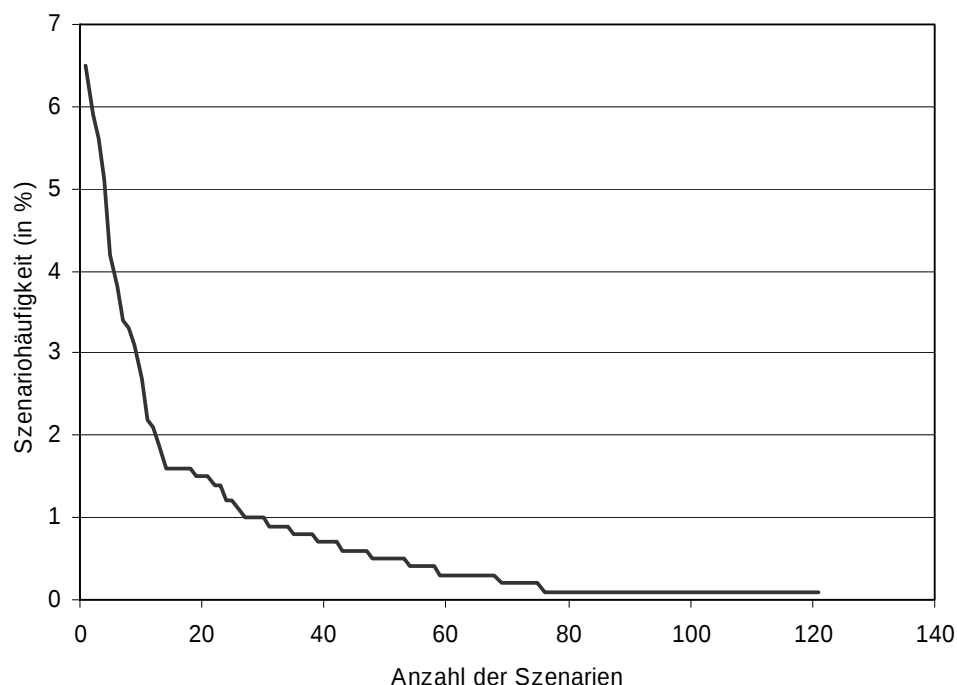
Ausgehend von den Experten-Einschätzungen zu den direkten wechselseitigen Abhängigkeiten von Ereignissen sowie den erwarteten Eintrittswahrscheinlichkeiten lassen sich zusammengesetzte Szenarien mit Hilfe der CI-Analyse in einer Monte-Carlo-Simulation generieren. Hierbei wird für jede CI-Matrix zuerst zufällig der Eintritt bzw. der Nichteintritt eines Ereignisses simuliert. Die ursprünglichen Eintrittswahrscheinlichkeiten werden dann mittels der Information über den Zusammenhang aller Ereignisse mit dem simuliert eingetretenen Ereignis modifiziert. Im nächsten Schritt wird dasjenige Ereignis mit der höchsten Eintritts- bzw. Nichteintrittswahrscheinlichkeit gewählt. Dieses Vorgehen wird wiederholt, bis alle Ereignisse entweder eingetreten oder nicht eingetreten sind und somit ein vollständiges Politikscenario simuliert wurde.

Für jede Matrix wurden 100 Simulationen durchgeführt und entsprechend 100 Szenarien bestimmt. Diese heuristische Monte-Carlo-Simulation erlaubt es, die Vielzahl möglicher Szenarien auf eine kleine Anzahl relevanter Szenarien zu beschränken. In Grafik 3-3 wird die grundsätzliche Vorgehensweise skizziert.

Grafik 3-3: Vorgehensweise bei der Monte-Carlo-Simulation



Theoretisch sind bei vier Szenariendimensionen mit jeweils vier Ausprägungen $4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4 = 256$ zukünftige Klimaschutzszenarien möglich. Mittels der CIM-Analyse lassen sich die Häufigkeiten der einzelnen Szenarien simulieren. Insgesamt ergaben sich lediglich für 175 Szenarien positive Häufigkeiten. So ist beispielsweise das Szenario *a4b1c1d4* – globale Minderungsverpflichtungen von über 40% bei gleichzeitigen sehr geringen Minderungsverpflichtungen von unter 5% seitens der EU und der Schweiz bei gleichzeitig hoher Flexibilisierung der Schweizer Minderungsverpflichtungen – offensichtlich eine Kombination von Ausprägungen, die von keinem Experten als realistisch angesehen wurde. In Grafik 3-4 werden die simulierten Szenarien nach ihrer relativen Häufigkeit geordnet. Im Folgenden werden nur Szenarien mit mehr als 3% Szenariohäufigkeit als relevante Szenarien weiterverfolgt.

Grafik 3-4: Geordnete simulierte Szenarienhäufigkeiten

Mit dem 3% Kriterium werden 9 Klimaschutzszenarien aus 256 grundsätzlich möglichen Szenarien selektiert. Diese 9 Szenarien sind mit mehr als 40% Häufigkeit in den Simulationen (7800 simulierte Szenarienbildungen) vertreten. In Tabelle 3-5 werden die Charakteristika dieser Szenarien beschrieben. Es zeigt sich, dass die Emissionsreduktionsbemühungen auf globaler Ebene eher skeptisch betrachtet werden: Überwiegend wird davon ausgegangen, dass die globale Minderungsverpflichtung unter 5% gegenüber dem Referenzverlauf liegt. Reduktionsverpflichtungen zwischen 5% und 25% werden für die Welt als Ganzes deutlich weniger wahrscheinlich eingeschätzt wie für die EU oder die Schweiz. Die Emissionsminderungsverpflichtungen für die EU und die Schweiz werden praktisch als symmetrisch bzw. identisch gesehen.

Tabelle 3-5: Charakteristika der Szenarien mit höchster simulierter Häufigkeit

Szenario	Globale Minderung	EU Minderung	CH Minderung	Flexibilisierungsgrad	Absolute Wahrscheinlichkeit ^a	Relative Wahrscheinlichkeit ^b
a1b1c1d1	höchstens 5%	höchstens 5%	höchstens 5%	bis 25%	6.5	15.9
a2b2c2d3	> 5% bis 25%	> 5% bis 25%	> 5% bis 25%	> 50% bis 75%	5.9	14.4
a1b2c2d2	höchstens 5%	> 5% bis 25%	> 5% bis 25%	> 25% bis 50%	5.6	13.7
a2b2c2d2	> 5% bis 25%	> 5% bis 25%	> 5% bis 25%	> 25% bis 50%	5.1	12.5
a1b2c2d3	höchstens 5%	> 5% bis 25%	> 5% bis 25%	> 50% bis 75%	4.2	10.3
a2b2c2d1	> 5% bis 25%	> 5% bis 25%	> 5% bis 25%	bis 25%	3.8	9.3
a2b3c3d3	> 5% bis 25%	> 25% bis 40%	> 25% bis 40%	> 50% bis 75%	3.4	8.3
a1b2c1d2	höchstens 5%	> 5% bis 25%	höchstens 5%	> 25% bis 50%	3.3	8.1
a1b1c1d2	höchstens 5%	höchstens 5%	höchstens 5%	> 25% bis 50%	3.1	7.6
^a bezüglich aller Szenarien ^b bezüglich der ausgewählten Szenarien					40.9	100

Nur in eine Szenario mit einer Häufigkeit von 3.4 % wird eine starke Emissionsminderungsverpflichtung für die Schweiz zwischen 25% und 40% unterstellt: Diese Verpflichtung ist aber mit einer äquivalenten Verpflichtung der EU verknüpft und zudem mit einem hohen Flexibilisierungsgrad von über 50% verbunden. In der Mehrheit der von den Experten als wahrscheinlich erachteten Szenarien liegt der Flexibilisierungsgrad aber unter 50%.

3.3 Ergebnisse einer weltweiten Expertenbefragung

Im Jahr 2003 wurden im Rahmen einer Cross-Impact-Analyse weltweit Klimaexperten zur Zukunft der globalen Klimapolitik im Jahr 2020 befragt.² Als Referenzentwicklung wurde unterstellt, dass die Kioto-Vertragsstaaten nach der ersten Verpflichtungsperiode in 2012 weiterhin in einem internationalen Klimaschutzabkommen verbleiben. Die ökologische Wirksamkeit von Kioto in der ersten Verpflichtungsperiode wurde als vernachlässigbar beschrieben, sodass die Referenzentwicklung der globalen Weltwirtschaft bis 2020 einer Situation ohne effektive Emissionsminderungen entspricht. Als zentrale Szenariendimensionen für ein Post-Kioto-Regime wurden berücksichtigt: (i) die Höhe der weltweit in 2020 realisierten Emissionsminderung (gegenüber einer Referenzentwicklung ohne effektiven Klimaschutz), (ii) die mögliche Einbindung der USA in ein internationales Klimaschutzabkommen, (iii) die mögliche Einbindung von Entwicklungsländern in ein internationales Klimaschutzabkommen, und (iv) alternative Regeln zur Aufteilung der globalen Emissionsminderungslast (s. (i)) auf spezifische Emissionsminderungsziele der in ein Abkommen eingebundenen Regionen (s. (ii) und (iii)) – die Teilnahme der Kioto-Vertragsländer wurde durchgehend vorausgesetzt). Weiterhin wurde unterstellt, dass die am Klimaschutzabkommen direkt beteiligten Staaten ihre heimischen Minderungsverpflichtungen untereinander über internationalen Emissionshandel vollständig flexibilisieren können. Die Frage nach Einbezug oder Nichteinbezug der USA bzw. der Entwicklungsländer wurde in Hinblick auf die Flexibilisierung von Minderungslasten dahingehend differenziert, dass bei Nichteinbezug die jeweilige Region entweder am internationalen Emissionshandel beteiligt ist oder nicht.

Aus Sicht der Experten wurde nach systematischer Auswertung der Befragung über das Cross-Impact-Verfahren folgende Charakteristika einer globalen Klimapolitik als wahrscheinlich angesehen: Post-Kioto-Abkommen bis zum Jahr 2020 werden gegenüber der Referenzentwicklung ohne Klimaschutz nur zu einer eher bescheidenen globalen Emissionsminderung von nicht mehr als 10% führen. Bis 2020 werden explizite Minderungsverpflichtungen im Rahmen von internationalen Klimaschutzabkommen lediglich von den Industriestaaten übernommen. Bei der Verteilung der globalen Minderungslasten auf die Industriestaaten dominieren zwei normative Prinzipien: die Minderungslast wird gemäss wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit („ability-to-pay“) zugewiesen; alternativ wird das globale Emissionsbudget – nach Abzug der Referenzpfad-Emissionen für Entwicklungsländer bzw. die USA (falls diese Länder

² Christoph Böhringer und Andreas Löschell (2005), *Climate Policy Beyond Kyoto: Quo Vadis? A Computable General Equilibrium Analysis Based on Expert Judgements*, KYKLOS, Vol. 58, 453-479.

nicht am Abkommen beteiligt sind) – gemäss historischer Emissionsanteile zugewiesen („sovereignty“). Hinsichtlich der Flexibilisierung von Minderungsverpflichtungen wird grundsätzlich erwartet, dass flexible Instrumente der Klimapolitik (Emissionshandel, CDM, JI) weltweit zum Einsatz kommen. Schliesslich sind sich die Experten uneinig, ob die USA in einem Post-Kioto-Abkommen bis 2020 konkrete Minderungsverpflichtungen eingehen wird oder weiterhin aussen vor bleibt.

Vergleicht man die Ergebnisse der Schweizer Expertenbefragung mit den Resultaten der weltweiten Expertenbefragung, lässt sich festhalten, dass übereinstimmend mit eher geringen globalen Emissionsreduktionen gegenüber dem Referenzszenario gerechnet wird. Zudem spiegelt sich – vor allem in der weltweiten Befragung – die Überzeugung wider, dass die Flexibilisierung von Emissionsminderungslasten eine *conditio-sine-qua-non* für die Akzeptanz ökologisch effektiver zukünftiger Klimapolitik ist.

4 Zusammenfassung

Klimaschutzziele können eine zentrale Determinante für die Ausgestaltung mittelfristiger nationaler Energie- und Umweltpolitiken sein. Je höher die Minderungsziele gegenüber einer nicht restringierten Referenzentwicklung ausfallen, umso mehr müssen energie- oder umweltpolitische Vorgaben darauf abzielen, die Emissionsintensität des heimischen Energiesystems zu reduzieren oder eine internationale Flexibilisierung von Minderungsverpflichtungen zu erreichen. Die Prognose einer mittelfristigen klimapolitischen Zukunft wird durch die Unsicherheiten des Klimaproblems und die Anreizprobleme für kooperatives internationales Verhalten im Klimaschutz erschwert. Vor diesem Hintergrund wurde auf das Verfahren einer CI-Analyse zurückgegriffen, mit dem Experteneinschätzungen zur Zukunft der Klimapolitik systematisch ausgewertet und wahrscheinliche Klimapolitikszzenarien identifiziert werden können. Aus Sicht von Schweizer Experten ist über die nächsten 30 Jahre auf globaler Ebene eher mit geringen Emissionsreduktionen gegenüber dem Referenzszenario zu rechnen. Die EU und im „Schlepptau“ die Schweiz verpflichten sich wohl zu höheren Minderungsverpflichtungen zwischen 5% und 25% – drastischere Reduktionsverpflichtungen in den nächsten 30 Jahren werden aber kaum als realistisch gesehen.

5 Anhang A: Liste der befragten Experten

Die Tabelle zeigt diejenigen Experten, welche auf den Fragebogen geantwortet haben und die sich bereit erklärt haben, dass ihr Name im Bericht Erwähnung findet.

Dr. Hans Achermann	EGL	5080 Laufenburg
Christian Albrecht	ARE	3003 Bern
Felix Andrist	Bundesamt für Energie	3003 Bern
Dr. Silvia Banfi Frost	CEPE	8092 Zürich
Prof. Andrea Baranzini	Haute Ecole de Gestion de Genève	1227 Carouge Genève
Jürg E. Bartlome	Schweizerischer Energierat	3001 Bern
Dr. Walter Baumgartner	Basics AG	8035 Zürich
Dr. Marco Berg	Factor Consulting + Management AG,	8045 Zürich
Franz Beyeler	MINERGIE	3000 Bern 16
Dr. Rudolf Brogli		5018 Erlinsbach
Conrad U. Brunner	CUB	8001 Zürich
Anton Bucher	VSE	5001 Aarau
Bernhard Buchter	Alberta GmbH	8003 Zürich
Andreas Burgener	auto-schweiz	3001 Bern
Dr. Thomas Bürki	Energie und Ökologie Politikberatung Thomas Bürki GmbH	8121 Benglen
Richard Chatlain	BWG - Bundesamt für Wasser	2501 Biel/Bienne
Gerhard Daniöth	Konferenz Kantonalen Energiefachstellen	6460 Altdorf UR
Steivan Defilla	Staatssekretariat für Wirtschaft	3003 Bern
Lucius Dürr	Schweizerischer Versicherungsverband	8002 Zürich
Marin Enderlin	Staatssekretariat für Wirtschaft	3003 Bern
Dr. Paul Filliger	BUWAL	3003 Bern
Prof. Matthias Finger	EPFL CDM ILEMT MIR	1015 Lausanne
Dr. Christoph W. Frei	World Economic Forum, Geneva/Switzerland	1223 Cologny/Geneva
Edgar Gnansounou	LASEN - ICARE - ENAC	1015 Lausanne
Dr. Andreas Grossen	VSG	8027 Zürich
Dr. Andreas Gut	BFE	3003 Bern
Lukas Gutzwiller	BFE	3003 Bern
Matthias Gysler	BFE	3003 Bern
Heinz Hänni	Bundesamt für Landwirtschaft	3003 Bern
Dr. Rolf Hartl	Erdölvereinigung	8001 Zürich
Dr. Pamela Heck	Umweltgefahren Swiss Re	8022 Zürich
Jean-Marc Hensch	VSG - Verband der Schweizerischen Gasindustrie	8027 Zürich
Gabi Hildesheimer	Director of Swiss Association for Environmentally Conscious	8035 Zürich
Stefan Hirschberg	PSI Paul Scherrer Institut	5232 Villigen
Peter Hofer	Prognos AG	4010 Basel
Dr. Roland Hohmann	OcCC	3007 Bern
Kurt Infanger	Bundesamt für Raumentwicklung	3003 Bern
Dr. Josef Janssen	BKW FMB Energie AG	3000 Bern 25

Dr. Wolfram Kägi	B,B,S. - Volkswirtschaftliche Beratung	4051 Basel
Dr. Tony Kaiser	Alstom	5405 Dättwil
Michel Kaufmann	BFE	3003 Bern
Yvan Keckeis	BUWAL	3003 Bern
Mario Keller	Infras AG	3007 Bern
Daniel Keuerleber-Burk	MeteoSchweiz	8044 Zürich
Dr. Eduard Kiener		3038 Kirchlindach
Dr. Almut Kirchner	Prognos AG	4010 Basel
Michael Kohn	Arbeitskreis Kapital und Wirtschaft	8700 Küsnacht
Hansruedi Kunz	AWEL, Abteilung Energie	8090 Zürich
Renato Marioni	Staatssekretariat für Wirtschaft	3003 Bern
Arthur Mohr	BUWAL	3003 Bern
Dr. Ch. Muggli	EnAW, c/o Basics AG	8035 Zürich
Prof. Hansruedi Müller	Universität Bern Research Institute for Leisure and Tourism	3012 Bern
Urs Näf	economiesuisse	8032 Zürich
Markus Nauser	BUWAL	3003 Bern
Michel Piot	BFE	3003 Bern
André Porchet	Touring Club Schweiz (TCS)	6032 Emmen
Pascal Previdoli	BFE	3003 Bern
Dr. Christoph Ritz	ProClim	3007 Bern
Christian Rogenmoser	Schweizerischer Energierat	3001 Bern
Franco Romerio	Université de Genève	1227 Carouge GE
Dr. José Romero	BUWAL	3003 Bern
Martin Saxer	Axpo Holding AG	5400 Baden
Prof. Dr. Jean-Louis Scartezzini	LESO-PB / EPFL	1015 Lausanne
Dr. Bruno Schädler	Bundesamt für Wasser und Geologie	3003 Bern
Prof. Christoph Schär	ETHZ Zürich	8057 Zürich
Hans Ulrich Schärer	Bundesamt für Energie	3003 Bern
Adrian Schmid	Verkehrs-Club der Schweiz (VCS)	3001 Bern
Dr. Gerhard Schriber	BFE	3003 Bern
Silva Semadeni	Präsidentin Pro Natura	4018 Basel
Prof. Daniel Spreng	Centre for Energy Policy and Economics	8032 Zürich
Dr. Urs Springer	Ecoplan	3005 Bern
Adrian Stiefel	WWF	8010 Zürich
Dr. Christoph Sutter		8700 Küsnacht
Prof. Philippe Thalmann	EPFL, BP 2137	1015 Lausanne
Michael Töngi	Schweizerischer Mieterinnen- und Mieterverband	8004 Zürich
Kurt Wiederkehr	VSE	5001 Aarau
Dr. Felix Würsten		8032 Zürich
Dr. Rolf Wüstenhagen	IWÖ-HSG	9000 St. Gallen
Prof. Peter Zweifel	Universität Zürich	8032 Zürich

6 Anhang B: Expertenbefragung – Fragebogen

Expertenbefragung im Rahmen der Energieperspektiven des Bundesamts für Energie (BFE)

Klimapolitische Szenarien

I HINTERGRUND

1. Ziele und Vorgehen

Mittels einer Expertenbefragung soll die Wahrscheinlichkeit alternativer Entwicklungen für die Schweizer Klimapolitik bis 2035 in Abhängigkeit von Entwicklungen der internationalen Klimapolitik ermittelt werden. Die Expertenbefragung stellt ein Teilprojekt laufender Arbeiten des BFE zu den Energieperspektiven in der Schweiz dar (siehe www.energieperspektiven.ch).

Szenarien für die möglichen zukünftigen Entwicklungen der internationalen und Schweizer Klimapolitik werden über vier Dimensionen erfasst:

- (A) Emissionsminderungsverpflichtungen auf globaler Ebene
- (B) Emissionsminderungsverpflichtungen der EU
- (C) Emissionsminderungsverpflichtungen der Schweiz
- (D) Grad der internationalen Flexibilisierung von Emissionsminderungsverpflichtungen für die Schweiz über Emissionshandel oder projektbasierte Mechanismen

Jede Szenariendimension wird mit alternativen Ausprägungen der zukünftigen Entwicklungen beschrieben. Mittels einer so genannten Cross-Impact-Matrix (CI-Matrix) sollen die wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den jeweiligen Ausprägungen der verschiedenen Szenariendimensionen in Richtung und Stärke bewertet werden.

Damit Sie für das Ausfüllen des Fragebogens besser „gerüstet“ sind, möchten wir Ihnen im nachfolgenden Abschnitt 2 in aller Kürze einige Informationen zum unterstellten Referenzszenario geben und im Abschnitt 3 die Szenariendimensionen und ihre Ausprägungen genauer definieren.

Alle Informationen der Befragten werden anonym behandelt, d.h. ohne Namen und Adressen ausgewertet. Der Datenschutz ist voll und ganz gewährleistet.

Für Rückfragen bzw. Kommentare zur Expertenbefragung können sich die Experten direkt an mueller@ecoplan.ch wenden.

2. Referenzszenario

Im Kioto-Protokoll von 1997 haben sich die industrialisierten Länder verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen während des Zeitraums von 2008 bis 2012 gegenüber dem Emissionsniveau von 1990 zu verringern. Die USA zogen sich Anfang 2001 wegen den befürchteten Kosten von Klimaschutzmassnahmen aus dem Kioto-Prozess zurück. Nach der Ratifizierung des Kioto-Protokolls durch Russland Ende 2004 waren dennoch die Voraussetzungen für das Inkraft-Treten des. ersten *internationalen* Klimaschutzabkommens zum Februar 2005 erfüllt. Weitere Emissionsminderungsverpflichtungen für die Industrieländer (inklusive der USA) und die mögliche Einbeziehung von Entwicklungsländern nach 2012 sollen im Rahmen zukünftiger Klimaschutzkonferenzen diskutiert werden. Bisher gibt es aber keine konkreten internationalen Vereinbarungen wie ein globaler Post-Kioto-Prozess aussehen könnte.

Vor diesem Hintergrund wird das im Folgenden beschriebene Referenzszenario als mittelfristige wirtschaftliche Referenzentwicklung ohne weitere konkrete Klimaschutzmassnahmen bzw. ohne weitere explizite Emissionsminderungsverpflichtungen verstanden: Kioto in seiner derzeitigen Form ist Bestandteil des Referenzszenarios, bewirkt aber auf globaler Ebene keine nennenswerten Emissionsverminderungen. Im Referenzszenario werden für den Zeithorizont bis 2035 – nach weitgehend übereinstimmenden Expertenprojektionen – Wachstumsraten des globalen Bruttosozialprodukts mit ca. 3% sowie ein deutlicher Anstieg der globalen CO₂-Emissionen um mehr als 1,7% pro Jahr unterstellt. Ein Grossteil des Emissionsanstiegs ist dabei auf die steigende Nachfrage nach fossilen Energieträgern in den Entwicklungsländern zurückzuführen. Für die Schweiz werden im Referenzszenario offizielle Wachstumsprognosen von jährlich 0,9% für das Bruttoinlandprodukt (BIP) bzw. eine Abnahme der CO₂ Emissionen um 0,3% pro Jahr unterstellt.

Tabelle 1: Rahmendaten für das Referenzszenario

Entwicklung	Global		EU25		Schweiz	
Referenzszenario	Jährliche Wachstumsrate	Zunahme von 2005 bis 2035	Jährliche Wachstumsrate	Zunahme von 2005 bis 2035	Jährliche Wachstumsrate	Zunahme von 2005 bis 2035
Bruttosozialprodukt, bzw. BIP	3.0%	140%	2.3%	100%	0.9%	30%
CO ₂ -Emissionen	1.7%	65%	0.7%	20%	-0.3%	-10%

3. Szenariendimensionen und Szenarienausprägungen

Die möglichen Entwicklungen der Schweizer und internationalen Klimapolitik werden über vier Dimensionen mit alternativen Ausprägungen beschrieben (siehe Tabelle 2 als Übersicht).

Die **Dimensionen A-C** erfassen Emissionsminderungsverpflichtungen auf globaler, EU-weiter und Schweizer Ebene:

A	Globale Emissionsminderungsverpflichtungen gegenüber Referenzszenario
B	EU-Emissionsminderungsverpflichtungen gegenüber Referenzszenario
C	Schweizer Emissionsminderungsverpflichtungen gegenüber Referenzszenario

Für diese drei Szenariendimensionen werden jeweils vier Ausprägungen für die globale, EU-weite bzw. Schweizer Klimaschutzpolitiken unterschieden.

Szenariendimension			Ausprägungen
A	B	C	
a₁	b₁	c₁	spiegelt eine eher symbolische Klimaschutzpolitik wider, die Minderungsverpflichtungen der CO ₂ -Emissionen in 2035 von höchstens 5% gegenüber dem Referenzszenario vorsieht.
a₂	b₂	c₂	repräsentiert eine akzentuierte Klimaschutzpolitik, die Minderungsverpflichtungen der CO ₂ -Emissionen in 2035 von mehr als 5% bis 25% gegenüber dem Referenzszenario vorsieht.
a₃	b₃	c₃	reflektiert eine ambitionierte Klimaschutzpolitik, die Minderungsverpflichtungen der CO ₂ -Emissionen in 2035 von mehr als 25% bis 40% gegenüber dem Referenzszenario vorsieht.
a₄	b₄	c₄	beschreibt eine sehr ambitionierte Klimaschutzpolitik, die Minderungsverpflichtungen der CO ₂ -Emissionen in 2035 von mehr als 40% gegenüber dem Referenzszenario vorsieht.

Die **Dimension D** bezieht sich auf die Flexibilisierung heimischer Emissionsminderungsverpflichtungen über internationalen Emissionshandel oder projektbasierte Mechanismen wie *Joint Implementation* oder den *Clean Development Mechanism*. Der Anteil der heimischen Emissionsminderungsverpflichtungen (in %), welcher im Ausland realisiert wird, wird im Folgenden als Flexibilisierungsgrad bezeichnet

D Flexibilisierungsgrad (Anteil CH-Minderung im Ausland)

Es werden unterschiedliche Vorstellungen reflektiert, bis zu welchem Ausmass die Emissionsminderungsverpflichtungen der Schweiz über flexible Instrumente wie internationalen Emissionshandel oder projektbasierte Mechanismen (*Joint Implementation* bzw. *Clean Development Mechanism*) vom Ausland erfüllt werden. Nachfolgend werden vier Ausprägungen für die möglichen Anteile der Flexibilisierung (in %) der Schweizer Minderungsverpflichtung unterschieden:

- d₁:** 0% bis 25% (Anteil CH-Minderung im Ausland)
- d₂:** > 25% bis 50% (Anteil CH-Minderung im Ausland)
- d₃:** > 50% bis 75% (Anteil CH-Minderung im Ausland)
- d₄:** > 75% bis 100% (Anteil CH-Minderung im Ausland)

Tabelle 2: Übersicht der Szenariendimensionen und ihrer Ausprägungen

A Globale Emissionsminderungsverpflichtungen in 2035 gegenüber Referenzszenario	
a₁:	0% bis 5%
a₂:	> 5% bis 25%
a₃:	> 25% bis 40%
a₄:	mehr als 40%
B EU Emissionsminderungsverpflichtungen in 2035 gegenüber Referenzszenario	
b₁:	höchstens 5%
b₂:	> 5% bis 25%
b₃:	> 25% bis 40%
b₄:	mehr als 40 %
C Schweizer Emissionsminderungsverpflichtungen in 2035 gegenüber Referenzszenario	
c₁:	höchstens 5%
c₂:	> 5% bis 25%
c₃:	> 25% bis 40%
c₄:	mehr als 40 %
D Flexibilisierungsgrad (Anteil CH-Minderung im Ausland)	
d₁:	0% bis 25%
d₂:	> 25% bis 50%
d₃:	> 50% bis 75%
d₄:	> 75% bis 100%

II Individuelle Merkmale

1.) Ausbildungsabschluss

Bitte kreuzen Sie den Bereich an, in dem Ihr höchster Ausbildungsabschluss liegt.

- Naturwissenschaftlicher Bereich ☐
- Ingenieurwissenschaftlicher/technischer Bereich ☐
- Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich ☐
- Sozialwissenschaftlicher Bereich ☐
- Rechtswissenschaftlicher Bereich ☐
- Verwaltungstechnischer Bereich ☐
- Andere (und zwar): _____ ☐

2.) Beschäftigung

Bitte kreuzen Sie den Bereich an, in dem Sie momentan beschäftigt sind.

- Wissenschaft/Beratung ☐
- Verwaltung: UVEK-Ämter ☐
- Verwaltung: Andere Ämter des Bundes und der Kantone, Städte-und Gemeindeverbände, usw. ☐
- Energiewirtschaft ☐
- Industrie, Dienstleistungsunternehmen, Wirtschaftsverbände, usw. ☐
- Umweltverbände, NGO ☐
- Andere (und zwar): _____ ☐

3.) Bewertung von Umweltschutz und Wohlstand

Wünschen Sie sich eine Schweiz, in welcher der Umweltschutz wichtiger ist als der wirtschaftliche Wohlstand, oder eine Schweiz, in welcher der wirtschaftliche Wohlstand wichtiger ist als der Umweltschutz?

Verorten Sie sich bitte auf der angeführten 7er-Skala von „Wohlstand wichtiger“ über „weder/noch“ zu „Umweltschutz wichtiger“.

Wohlstand wichtiger				Weder/noch			Umweltschutz wichtiger
☐ -3	☐ -2	☐ -1	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	

III Erwartete Eintrittswahrscheinlichkeiten

Bitte tragen Sie in die nachfolgende Tabelle die **von Ihnen erwarteten Eintrittswahrscheinlichkeiten** für die Ausprägungen der jeweiligen Szenariendimensionen ein. Beachten Sie dabei, dass die Summe der Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Ausprägungen innerhalb einer Szenariendimension 100 % ergeben muss.

Szenariendimension	Ausprägungen	Eintrittswahrscheinlichkeit
A Globale Emissionsminderungsverpflichtungen in 2035 gegenüber Referenzszenario	a ₁ : höchstens 5% a ₂ : >5% bis 25% a ₃ : >25% bis 40% a ₄ : mehr als 40%	$\Sigma = 100\%$
B EU Emissionsminderungsverpflichtungen in 2035 gegenüber Referenzszenario	b ₁ : höchstens 5% b ₂ : > 5% bis 25% b ₃ : > 25% bis 40% b ₄ : mehr als 40%	$\Sigma = 100\%$
C Schweizer Emissionsminderungsverpflichtungen in 2035 gegenüber Referenzszenario	c ₁ : höchstens 5% c ₂ : > 5% bis 25% c ₃ : > 25% bis 40% c ₄ : mehr als 40%	$\Sigma = 100\%$
D Flexibilisierungsgrad (Anteil CH-Minderung im Ausland)	d ₁ : bis 25% d ₂ : > 25% bis 50% d ₃ : > 50% bis 75% d ₄ : > 75% bis 100%	$\Sigma = 100\%$

IV. Cross-Impact Matrix

Über die Cross-Impact-Matrix (CI-Matrix) sollen die wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den jeweiligen Politiken/Ausprägungen in verschiedene Szenariendimensionen abgefragt werden.

Beim Ausfüllen der CI-Matrix sind folgende Hinweise zu beachten:

- (i) Nehmen Sie sich Zeit und studieren Sie zuerst das Beispiel, das wir der Cross-Impact Matrix beigelegt haben. Wenn Sie aus dem Beispiel die Logik der Abfrage erkannt haben, geht das Ausfüllen der Matrix relativ rasch. Wir rechnen mit einem Aufwand von rund 30 Minuten.
- (ii) Die Matrix soll Antworten auf folgende Fragen geben – ein Beispiel:
„Angenommen, Politik/Ausprägung b_1 ist realisiert, dann verringert/erhöht dies die Eintrittswahrscheinlichkeit der Politik/Ausprägung c_3 .“
- (iii) Die Matrix ist so geordnet, dass die Szenariendimensionen in den Zeilen (links) die Szenariendimensionen in den Spalten (oben) beeinflussen. Diese Rollenverteilung darf nicht verwechselt werden, die CI-Matrix ist asymmetrisch!
- (iv) „Nicht zu weit denken“: Ihre Einschätzung soll nur *direkte* Einflüsse auf Eintrittswahrscheinlichkeiten ausdrücken – „einfache Wenn-Dann-Beziehungen“ (*indirekte* Einflüsse werden von der Cross-Impact-Methode automatisch berücksichtigt).
- (v) Die Stärke eines Einflusses auf Eintrittswahrscheinlichkeiten wird durch Zahlenwerte von -3 bis +3 zum Ausdruck gebracht (um Verwechslungen auszuschließen, schreiben Sie bitte ein deutlich erkennbares Minus- oder Pluszeichen):
 - 3 verringert die Eintrittswahrscheinlichkeit erheblich
 - 2 verringert die Eintrittswahrscheinlichkeit
 - 1 verringert die Eintrittswahrscheinlichkeit in geringem Masse
 - 0 hat keinen Einfluss auf die Eintrittswahrscheinlichkeit
 - +1 erhöht die Eintrittswahrscheinlichkeit in geringem Masse
 - +2 erhöht die Eintrittswahrscheinlichkeit
 - +3 erhöht die Eintrittswahrscheinlichkeit erheblich

Da die Stärke des Einflusses bei der Auswertung lediglich innerhalb einer Spalte verglichen wird, ist es besonders wichtig, dass die Stärkenabstufung innerhalb einer Spalte konsistent vergeben wird. Daher ist es **empfehlenswert, die CI-Matrix spaltenweise auszufüllen**: So bleibt die Integrität der Einschätzungen am besten erhalten.

...dann verringert dies die Eintretenswahrscheinlichkeit dieser Politik/Ausprägung erheblich (-3), verringert (-2), verringert im geringen Ausmass (-1), hat keinen Einfluss (0), erhöht im geringen Ausmass (+1), erhöht (+2), erhöht erheblich (+3)

Cross-Impact Matrix: Klimapolitische Szenarien		A Globale Emissi- onsminderungs- verpflichtungen	B EU Emissions- minderungs- verpflichtungen	C Schweizer Emis- sionsminderungs- verpflichtungen	D Flexibilisierungs- grad (Anteil CH- Minderung im Aus- land)								
		a ₁ a ₂ a ₃ a ₄	b ₁ b ₂ b ₃ b ₄	c ₁ c ₂ c ₃ c ₄	d ₁ d ₂ d ₃ d ₄								
A Globale Emissions- minderungs- verpflichtungen in 2035 gegenüber Re- ferenzszenario	a ₁ : höchstens 5%	a ₁	– – – –										
	a ₂ : > 5% bis 25%	a ₂	– – – –										
	a ₃ : > 25% bis 40%	a ₃	– – – –										
	a ₄ : mehr als 40%	a ₄	– – – –										
B EU Emissionsmin- derungsverpflich- tungen in 2035 gegenüber Refer- enzszenario	b ₁ : höchstens 5%	b ₁		– – – –									
	b ₂ : > 5% bis 25%	b ₂		– – – –									
	b ₃ : > 25% bis 40%	b ₃		– – – –									
	b ₄ : mehr als 40%	b ₄		– – – –									
C Schweizer Emis- sionsminderungs- verpflichtungen in 2035 gegenüber Re- ferenzszenario	c ₁ : höchstens 5%	c ₁						– – – –					
	c ₂ : > 5% bis 25%	c ₂						– – – –					
	c ₃ : > 25% bis 40%	c ₃						– – – –					
	c ₄ : mehr als 40%	c ₄						– – – –					
D Flexibilisierungs- grad (Anteil CH- Minderung im Aus- land)	d ₁ : bis 25%	d ₁										– – – –	
	d ₂ : > 25% bis 50%	d ₂										– – – –	
	d ₃ : > 50% bis 75%	d ₃										– – – –	
	d ₄ : > 75% bis 100%	d ₄										– – – –	

Angenommen, diese Politik/Ausprägung wird realisiert,....

Beispiel

Angenommen, **b₁** (symbolische EU-Politik, höchstens 5%) ist realisiert,.....dann verringert dies erheblich.-3.die Eintretenswahrscheinlichkeit von **c₃** (also einer ambitionierten CH-Politik, CH-Emissionsminderungsverpflichtungen von 25%-40%).

Angenommen, **b₂** (akzentuierte EU-Politik, 5%-25%) ist realisiert,.....dann verringert dies.....-2.

Angenommen, **b₃** (ambitionierte EU-Politik, 25%-40%) ist realisiert,.....dann erhöht dies.....+2.

Angenommen, **b₄** (sehr ambitionierte EU-Politik, mehr als 40%) ist realisiert,....dann erhöht dies erheblich...+3.