

Jahresbericht 2001 (Schlussbericht), 15. Dezember 2001

Projekt

Nachhaltigkeit: Kriterien und Indikatoren für den Energiebereich

Autor und Koautoren	Brodmann Urs, Gubler Florian, Walter Felix	
beauftragte Institution	Ecoplan Forschung und Beratung in Wirtschaft und Politik, Bern	Factor Consulting + Management AG, Zürich
Adresse	Thunstr. 22 3005 Bern	Binzstr. 18 8045 Zürich
Telefon, E-mail, Internetadresse	Telefon 031 356 6161 Fax 031 356 6160 E-mail: walter@ecoplan.ch http://www.ecoplan.ch	Telefon 01 455 6100 Fax 01 455 6089 E-mail: urs.brodmann@factorag.ch http://www.factorag.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	Projekt-Nr.: 38430; Vertrags-Nr.: 78206	
Dauer des Projekts (von – bis)	1.9.2000 - 30.9.2001 (abgeschlossen)	

ZUSAMMENFASSUNG

Im Schlussbericht zu diesem Projekt wird gezeigt, dass der Energiebereich wegen seiner Bedeutung für die Wirtschaftstätigkeit und Entwicklung eine zentrale Stellung im Nachhaltigkeitskonzept einnimmt. Dabei kennzeichnet ein komplexes Wechselspiel von Ursachen und Wirkungen den Energiebereich. Um diese Komplexität zu reduzieren, werden die Kausalketten im Energiebereich anhand einer beschränkten Anzahl von Indikatoren aufgelöst – dies im Gegensatz zu einer detaillierten, quantitativen Modellierung. Die methodische Abgrenzung setzt sich auch mit den Wirkungen des Schweizer Energiesystems ausserhalb der Landesgrenzen auseinander.

Die wichtigsten in- und ausländischen Systeme von Nachhaltigkeits- bzw. Energieindikatoren werden vorgestellt und analysiert. Auf dieser Basis sowie auf Grund von zusätzlichen Überlegungen zum Zielsystem des schweizerischen Energiesystems schlagen die Bearbeiter total 27 Kriterien und 60 Indikatoren in den Bereichen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft vor. Diese Indikatoren werden anhand einer innovativen Systematik präsentiert, die sich für die Nachhaltigkeitsbeurteilung einzelner Sektoren besonders gut eignet. Die vier Typen von Indikatoren sind: Wirkungs-, Aktivitäts-, Energieeffizienz-, sowie Politikindikatoren.

Das System eignet sich in erster Linie für eine nationale Bestandesaufnahme und die Erstellung von Zeitreihen. In Zusammenarbeit mit dem BFE wurde der Erhebungsaufwand der einzelnen Indikatoren geschätzt. Ohne ergänzende politische Festlegungen ist es hingegen weder für einen Vergleich mit Zielwerten noch für eine aggregierte Gesamtbewertung geeignet.

Projektziele

Das Projekt verfolgte zwei Hauptziele:

- Aufzeigen des Stellenwertes der Energie im Rahmen des Nachhaltigkeitskonzeptes unter Angabe der wichtigsten Bezugspunkte und Querbezüge.
- Entwicklung eines Konzeptes für ein griffiges, quantitatives Indikatorensystem, mit dem die Nachhaltigkeit der Energiepolitik, der Energieversorgung und -nutzung erfasst werden kann.

Insbesondere waren die folgenden Fragen zu beantworten:

- Welchen Stellenwert nimmt die Energiepolitik im Konzept einer nachhaltigen Entwicklung ein?
- Wie kann die Energiepolitik in einem Nachhaltigkeitskonzept erfasst und dargestellt werden?
- Welche Indikatoren sind konkret für die Nachhaltigkeit im Rahmen der Energiepolitik zu verwenden?
- Welche Indikatoren sind für die Energiepolitik in der Schweiz verfügbar?
- Welche Indikatoren sollen zusätzlich entwickelt werden? Mit welchem Aufwand ist dabei zu rechnen? Welche Aussagekraft haben die Indikatoren?

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Die Arbeiten an diesem Projekt wurden im Sommer 2001 mit der Publikation des Schlussberichtes abgeschlossen [1]. Die wichtigsten Resultate der vorliegenden Studie werden im Folgenden vorgestellt:

- Der Energiebereich nimmt wegen seiner Bedeutung für die Wirtschaftstätigkeit sowie wegen seiner Umweltauswirkungen eine zentrale Stellung im Nachhaltigkeitskonzept ein. Der Energiepolitik kommt dabei die verantwortungsvolle Aufgabe zu, die Rahmenbedingungen des Systems so auszugestalten, dass eine nachhaltige Entwicklung möglich wird.
- Die steigende Zahl sektorieller Systeme von Nachhaltigkeitsindikatoren bringt einen zunehmenden Abgrenzungs- und Koordinationsbedarf mit sich. Bislang standen die einzelnen Verbrauchergruppen wie z.B. der Verkehr oder die Landwirtschaft im Vordergrund. Ein Indikatorensystem aus der Sicht des Produktionsfaktors Energie führt daher zu Überlappungen mit diesen Systemen, welche in der vorliegenden Studie bewusst in Kauf genommen wurden.
- Der Energiebereich ist gekennzeichnet durch ein komplexes Wechselspiel von Ursachen und Wirkungen. Massgebend für die Nachhaltigkeit des Systems sind letztlich seine Wirkungen auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft. Ein gewisses Verständnis der zu Grunde liegenden Ursachen ist jedoch Voraussetzung, um Entwicklungen auf der Wirkungsebene korrekt interpretieren zu können. Die Studie setzte sich deshalb zum Ziel, die Kausalketten im Energiebereich anhand einer beschränkten Anzahl von Indikatoren aufzulösen – dies im Gegensatz zu einer detaillierten, quantitativen Modellierung.
- Zur Abbildung von Wirkungszusammenhängen durch Indikatoren existieren verschiedene Ansätze, von denen das Pressure-State-Response-Modell der OECD einer der bekanntesten ist. Darauf aufbauend wurde ein neuartiger Ansatz entwickelt, welcher speziell auf die Nachhaltigkeitsbeurteilung einzelner Sektoren zugeschnitten ist und vier Typen von Indikatoren unterscheidet:
 - **Wirkungsindikatoren** bezeichnen die aus Sicht der Nachhaltigkeit wesentlichen Wirkungen des Energiebereichs auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft.

- **Aktivitätsindikatoren** beschreiben die Produktion und den Konsum von Gütern und Dienstleistungen in den vier klassischen Verbrauchergruppen Industrie, Dienstleistung, Haushalte und Verkehr, deren Aktivitäten die zentrale Triebkraft der Energienachfrage bilden.
- **Energieeffizienzindikatoren** bezeichnen die technisch-energetische Effizienz der Energiegewinnung, -umwandlung und -nutzung.
- **Politikindikatoren** bilden die Rahmenbedingungen ab, mit denen die Energiepolitik auf die nachhaltige Entwicklung des Energiebereichs hinwirkt.

Die Studie schlägt ein Indikatorensystem mit 27 Kriterien bzw. 60 Indikatoren vor. Im Folgenden wird deren Herleitung – gegliedert nach Indikatortypen – in aller Kürze zusammengefasst. Die Kriterien und Indikatoren sind in Tabelle 1 im Einzelnen dargestellt.

- **Wirkungsindikatoren Umwelt (10 Indikatoren):** Die Umweltwirkungen des Energiebereichs sind zahlreich und komplex. Anhand einer qualitativen Analyse wurden zunächst die aus Sicht der Nachhaltigkeit wesentlichen Umweltwirkungen identifiziert. Diese wurden anschliessend in den Kriterien Ressourcen, Landschaft & Lebensräume, Klima, Luftthygiene, Radioaktivität sowie nicht-ionisierende Strahlung zusammengefasst.
- **Wirkungsindikatoren Wirtschaft (10 Indikatoren):** Eine ausführliche Bestandesaufnahme ergab, dass wirtschaftliche Nachhaltigkeitskriterien und Indikatoren noch wenig entwickelt und gefestigt sind – und dies nicht nur im Energiebereich. Darum wurden die Kriterien und Indikatoren neu aus dem Oberziel „effiziente Befriedigung der Bedürfnisse“ hergeleitet. Die Bedürfnisbefriedigung wird dabei anhand der Versorgungsqualität und der Preise gemessen, während die Innovationskraft, die Stabilität des Sektors sowie die Forderung nach verzerrungsfreien Rahmenbedingungen primär dem gesamtwirtschaftlichen Effizienzziel dienen. Kriterien, die für den Energiesektor kein Ziel sein können und daher keinen Sinn machen, wie z.B. „Zahl der Beschäftigten“, wurden weggelassen.
- **Wirkungsindikatoren Gesellschaft (6 Indikatoren):** Im Bereich Gesellschaft sind (noch mehr als bei der Wirtschaft) in guten Treuen höchst unterschiedliche Vorstellungen über den Inhalt der Nachhaltigkeit denkbar. Dies erschwerte die Festlegung geeigneter Kriterien für den Energiebereich. Die schliesslich gewählten Kriterien Solidarität (Service Public), Partizipation, Individualität und Sicherheit entsprechen den gesellschaftlichen Oberzielen. Auch hier wurden nur Kriterien berücksichtigt, die in sektorspezifischer Form Sinn machen (z.B. regionale Preissolidarität). Weggelassen wurden hingegen allgemeine Kriterien wie z.B. der Ausgleich zwischen Einkommensgruppen und die Gleichstellung der Geschlechter.
- **Aktivitätsindikatoren (16 Indikatoren):** Die Indikatoren zum Aktivitätsniveau in den Verbrauchergruppen illustrieren, zusammen mit den Indikatoren zur Energieeffizienz, die Bestimmungsgründe der Energieverbrauchsentwicklung. Sie beziehen sich auf ausgewählte Verbrauchskomponenten, welche den gesamten Energieverbrauch massgeblich beeinflussen, z.B. die Entwicklung der Energiebezugsflächen in Gebäuden. Zudem illustrieren sie exogene Faktoren (z.B. klimatische Bedingungen) und ausgewählte sozioökonomische Strukturaspekte (z.B. durchschnittliche Anzahl Personen pro Haushalt), welche die Aktivitätsniveaus in den Verbrauchergruppen beeinflussen.
- **Energieeffizienzindikatoren (10 Indikatoren):** Diese Indikatoren bilden die Effizienz der Energiebereitstellung und -nutzung ab. Wegen der Vielfalt der Energieanwendungen war eine Beschränkung auf ausgewählte Kenngrössen erforderlich. Die Effizienzindikatoren wurden möglichst auf die oben ausgewählten Aktivitätsindikatoren abgestimmt. Beispielsweise ergänzt der Indikator „Spezifischer Heizenergiebedarf Haushalte“ (Energiekennzahl) den Indikator zur Entwicklung der Energiebezugsflächen.
- **Politikindikatoren (8 Indikatoren):** Ausgehend von den aktuellen Zielen der Energiepolitik wurden die wichtigsten Typen von Massnahmen ermittelt, mit denen die Politik die nachhaltige Entwicklung des Energiebereichs fördert. Die meisten dieser Massnahmen bezwecken freiwillige Verhaltensänderungen auf der Ebene der Energieversorger und Verbraucher (z.B. Ökologische Steuerreform); dies im Gegensatz zu reinen „Command and Control“-Massnahmen. Jeder Massnahmentyp wurde durch einen Indikator konkretisiert.

TABELLE 1 ZUSAMMENFASSUNG DER VORGESCHLAGENEN KRITERIEN UND INDIKATOREN (TABELLE AUS DEM SCHLUSSBERICHT [1]).

Kriterien	Indikatoren	Zielrichtung
1. Wirkungen auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft		
Ressourcen	Primärenergieverbrauch [PJ/a, nach Energieträgern]	↓
Landschaft & Lebensräume	Konfliktpotenzial von Übertragungsleitungen [km Leitungen mit geringem / mittlerem / hohem Konfliktpotenzial]	↓
	Belastung der Fliessgewässer durch Wasserkraftnutzung [km ungenutzte, leicht, mittel, stark genutzte Gewässer]	↓
Klima	Treibhausgasemissionen [t CO ₂ -Äquivalente /a]	↓
Lufthygiene	NO _x , PM ₁₀ - und NMVOC-Emissionen [t/a]	↓
Radioaktivität	Radioaktive Emissionen in Luft und Gewässer [Bq über Zeitraum X]	↓
	Radioaktive Abfälle [m ³ /a, differenziert nach notwendigen Einschlusszeiten]	↓
Nichtionisierende Strahlung	Belastung durch Übertragungsleitungen [Anzahl Personen]	↓
Versorgungsqualität	Zuverlässigkeit (Ausgefallene Energielieferungen differenziert nach Energieträgern) [MJ]	↓
	Selbstversorgung (Anteil des Schweizerischen Energieverbrauchs, der aus inländischen Quellen gedeckt werden kann) [%]	↑
	Diversifikationsgrad des schweizerischen Energiesystems [--]	↑
Preise	Endenergiepreisindex der Haushalte [Indexpunkte]	↓
	Energiepreise für Unternehmen: Energiepreisindex für Schweizer Produzenten im Vergleich zu OECD Ländern [Indexpunkte]	↓
	Volatilität der Elektrizitätspreise, gemessen am Swiss Electricity Price Index (SWEP) [--]	↓
	Volatilität der Ölpreise [--]	↓
Effizienz	Internalisierungsbedarf: Nicht-internalisierte externe Kosten differenziert nach Energieträgern [CHF]	↓
	Innovation: Aktivität der energierelevanten schweizerischen Forschung [Anzahl Zitierungen gemäss SCI]	↑
Stabilität	Arbeitslose aus der Energiebranche: Anzahl Personen, die ALV beziehen oder ausgesteuert sind und zuletzt in der Energiebranche gearbeitet haben [Anzahl Personen]	↓
Solidarität (Service Public)	Regionale Preisdifferenzen: Durchschnittlicher Preis im teuersten Dezil in Prozent des durchschnittlichen Preises im günstigsten Dezil [%];	↓
Partizipation	Zufriedenheit mit Partizipationsmöglichkeiten: Anteil der erwachsenen Bevölkerung, der mit den Mitbestimmungsmöglichkeiten im Energiebereich (Politik, Planung, Projekte) zufrieden ist [%];	↑
Individualität	Öko-Strom-Bezugsmöglichkeit: Anteil der Schweizer Bevölkerung, die vom lokalen Stromanbieter ein Angebot haben, Öko-Strom zu beziehen [%]	↑
	Datenschutzprobleme: Meldungen an den Datenschutzbeauftragten, die im Zusammenhang mit der Energiewirtschaft stehen [Anzahl Meldungen];	↓
Sicherheit	Personenschäden durch Unfälle [Anzahl verletzte und getötete Personen im Zusammenhang mit Energienutzung im Haushalt oder am Arbeitsplatz in der Schweiz]	↓
	Gesamtsystemrisiko [--]	↓
2. Aktivitäten der Verbrauchergruppen		
Sektorielle Aktivität	Energiebezugsfläche der Haushalte [m ²]	--
	Elektrogeräte pro Haushalt [Anzahl]	--
	Energiebezugsfläche des Dienstleistungssektors [m ²]	--
	ev. Indikator zu Elektrogeräten im Dienstleistungssektor	--
	Index der Industrieproduktion [--]	--
	Fahrleistungen Personenwagen [Fzkm/a]	--
	Fahrleistungen Last- und Lieferwagen [Fzkm/a]	--
	Flugreisen der Bevölkerung [Anzahl/a]	--
	Endenergieverbrauch [PJ, nach Verbrauchergruppen]	↓

Kriterien	Indikatoren	Zielrichtung
Sozioökonomische Struktur	Durchschnittliche Haushaltgrösse [Anzahl Personen]	--
	Wertschöpfung im Dienstleistungssektor [Fr.]	--
	Import/Export-Saldo energieintensiver Güter [Einheiten]	--
	Personenwagenbestand [--]	--
Exogene Faktoren	Wohnbevölkerung [--]	--
	Bruttoinlandprodukt [Fr.]	--
	Klimatische Bedingungen [Anzahl Heizgradtage]	--
3. Energieeffizienz		
Effizienz der Energienutzung	Spezifischer Heizenergiebedarf Haushalte [J/m ²]	↓
	Energieverbrauchsindex Elektrogeräte in Haushalten [--]	↓
	Spezifischer Heizenergiebedarf DL-Sektor [J/m ²]	↓
	Energieverbrauchsindex Elektrogeräte im DL-Sektor [--]	↓
	Energieverbrauchsindex Industrieproduktion [--]	↓
	Spezifischer Verbrauch Personenwagen [J/Fzkm]	↓
	Spezifischer Verbrauch Last- und Lieferwagen [J/Fzkm]	↓
	Spezifischer Verbrauch Flugreisen [J/Pkm]	↓
Effizienz der Energieversorgung	Anteile der erneuerbaren Energieträger am Endenergieverbrauch [%]	↑
	Wirkungsgrad der Endenergiebereitstellung [%; nach Energieträgern]	↑
4. Politikmassnahmen		
Kooperation	Energiestadt-Bevölkerung (Anteil der Schweizer Bevölkerung, die in Energiestadt-Gemeinden lebt) [%]	--
Information	Informationsaufwendungen (gesamte Aufwendungen des Staates für Weiterbildung und Informationskampagnen in der Energiepolitik), in Fr. gemessen am BIP [%]	--
Forschung	Staatliche Gelder, die für Forschungsprojekte im Zusammenhang zur Nachhaltigkeit des Energiebereichs eingesetzt werden, gemessen am BIP [%]	--
Energieabgaben	Anteil Abgaben an Energiepreisen (gesamtes Abgabenvolumen aus staatlichen Energieabgaben gemessen an den Gesamtausgaben für Energie von Haushalten und Unternehmungen) [%]	--
Wettbewerb	Liberalisierter Strommarkt (Anteil des Stromverbrauchs, der unter den Bedingungen des freien Wettbewerbes gehandelt wird) [%]	--
Subventionen	Energiepolitische Subventionen (Staatliche Subventionen, welche die Förderung der Energieeffizienz oder der Verwendung einheimischer und/oder erneuerbarer Energieträger bezwecken) in CHF, gemessen am BIP [%]	--
Freiwillige Massnahmen	Durch freiwillige Vereinbarungen gesparte Energie: Gesamtenergiemenge [GJ] in den nächsten zehn Jahren	--
Vorschriften (Verbrauchsstandards)	Durch Verbrauchsvorschriften i.w.S. gesparte Energie: Gesamtenergiemenge [GJ] in den nächsten zehn Jahren	--

Nationale Zusammenarbeit

Durch die Zusammensetzung der nationalen Begleitgruppe wurde die Koordination mit den wichtigsten parallelen sektoriellen Arbeiten an Indikatorsystemen (insbesondere Verkehr, ARE) sichergestellt.

Die Studie berücksichtigte die diversen bestehenden Indikatorensysteme in den Bereichen Energie sowie Nachhaltigkeit. Bezüge des Energiebereichs zu nationalen Systemen (z.B. Gesamtenergiestatistik, Verkehrsindikatoren) wurden aufgezeigt.

Im Frühjahr 2002 ist eine Publikation der wichtigsten Projektergebnisse als Artikel in der Zeitschrift „Die Volkswirtschaft“ geplant.

Internationale Zusammenarbeit

In einem von der DEZA finanzierten Zusatzmodul zum Projekt wurde eine stark vereinfachte Version des Indikatorensystems für einen „Nachhaltigkeitsvergleich“ der Energiesysteme Vietnams, Nepals und der Schweiz verwendet [2].

Die Studie berücksichtigte die diversen bestehenden Indikatorensysteme in den Bereichen Energie sowie Nachhaltigkeit. Bezüge des Energiebereichs zu internationalen Systemen (z.B. EU, IEA, OECD, UNO) wurden aufgezeigt.

Bewertung 2001 und Ausblick 2002

Die Arbeiten an diesem Projekt wurden im Sommer 2001 mit der Publikation des Schlussberichtes erfolgreich abgeschlossen [1]: Das vorgestellte System von Kriterien und Indikatoren stellt erstmals eine Grundlage dar, um das Energiesystem der Schweiz aus Sicht der Nachhaltigkeit umfassend zu beobachten. Als innovative Elemente sind verschiedene der vorgeschlagenen Indikatoren in den Bereich Wirtschaft und Gesellschaft hervorzuheben (zum Beispiel: Diversifikationsgrad des schweizerischen Energiesystems; Regionale Preisdifferenzen). Neu ist auch die gewählte Einteilung in Wirkungs-, Aktivitäts-, Effizienz- und Politikindikatoren. Diese könnte bei der Erarbeitung weiterer sektorspezifischer Indikatorsysteme nützlich sein.

Als mögliche Anwendung steht eine nationale Bestandesaufnahme und die Erstellung von Zeitreihen im Vordergrund. Die gewählten Indikatoren sollen der Politik im Sinne eines Frühwarnsystems aufzeigen, wie sich das Energiesystem bezüglich ausgewählter Nachhaltigkeitskriterien entwickelt. Es kann hingegen vertiefte Evaluationen und Wirkungsüberprüfungen nicht ersetzen.

Eine Anwendung auf kantonaler oder lokaler Stufe sowie für die Beurteilung von einzelnen Projekten wäre grundsätzlich möglich, würde aber eine Reihe von Ergänzungen und Anpassungen erfordern. Weiter kann das vorgeschlagene System im Sinne einer Checkliste auch helfen, bei der Beurteilung einzelner Projekte im Energiebereich die aus Sicht der Nachhaltigkeit wesentlichen Messgrößen zu identifizieren.

Referenzen

- [1] Brodmann Urs, Gubler Florian, Walter Felix: **Nachhaltigkeit: Kriterien und Indikatoren für den Energiebereich**. Im Auftrag des Forschungsprogramms Energiewirtschaftliche Grundlagen des Bundesamtes für Energie. Bern, 2001.
BBL/EDMZ Bestellnummer: 805.046d. Der Schlussbericht mit deutscher und französischer Kurzfassung ist auch unter www.ewg-bfe.ch verfügbar.
- [2] ENTEC AG: **Criteria and Indicators of Sustainability in the Energy Sector. A Tool for Policy Assessment and Training in Sustainable Development**. Im Auftrag der DEZA. St. Gallen, 2001.