



Grundlagen für ein Umsetzungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft am Beispiel der Stadt Zürich

LSP 4 - "Nachhaltige Stadt Zürich - auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft"

Ein Gemeinschaftsprojekt von Stadt Zürich, Bundesamt für Energie und EnergieSchweiz für Gemeinden mit wissenschaftlicher Unterstützung von Novatlantis

28. Mai 2009

Impressum

Auftraggeber

Stadt Zürich, Energiebeauftragter; EnergieSchweiz für Gemeinden; Bundesamt für Energie

Autoren

Bruno Bébié, Heinrich Gugerli, Toni W. Püntener, Stadt Zürich
Martin Lenzlinger, Mitglied der Programmleitung SIA Effizienzpfad Energie
Rolf Frischknecht, esu-services
Christoph Hartmann, Novatlantis
Stephan Hammer, INFRAS

Wissenschaftlicher Input

Novatlantis unter Beizug der Begleitgruppe

Begleitgruppe (bzw. Teilnehmende der Workshops)

Hanspeter Burkhard	CCRS
Marie-Theres Büsser	Stadt Zürich
Heinz Gutscher	Universität Zürich
Lukas Gutzwiller	Bundesamt für Energie (BFE)
Particia Holm	MGU Uni Basel
Rolf Iten	INFRAS
Margrit Hugentobler	ETH Wohnforum
Tony Kaiser	Präsident der Eidg. Energieforschungskommission (CORE), Direktor Alstom Power Technology Centre
Stefan Lienin	sustainerv
Alex Nietlisbach	Energiefachstelle des Kantons Zürich
Walter Ott	econcept
Hansruedi Preisig	Projektleitung SIA Effizienzpfad Energie
Beat Ruff	Bundesamt für Energie (BFE)
Stefan Schneider	Planungsbüro Jud
Karin Schulte	Stadt Zürich
Werner Spillmann	Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL)
Roland Stulz	Leitung der Geschäftsstelle Novatlantis
Andreas Sturm	Ellipson
Karl Tschanz	Stadt Zürich
Daniel Wachter	Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)
Holger Wallbaum	ETH Zürich, Nachhaltiges Bauen
Alexander Wokaun	Paul Scherrer Institut (PSI)

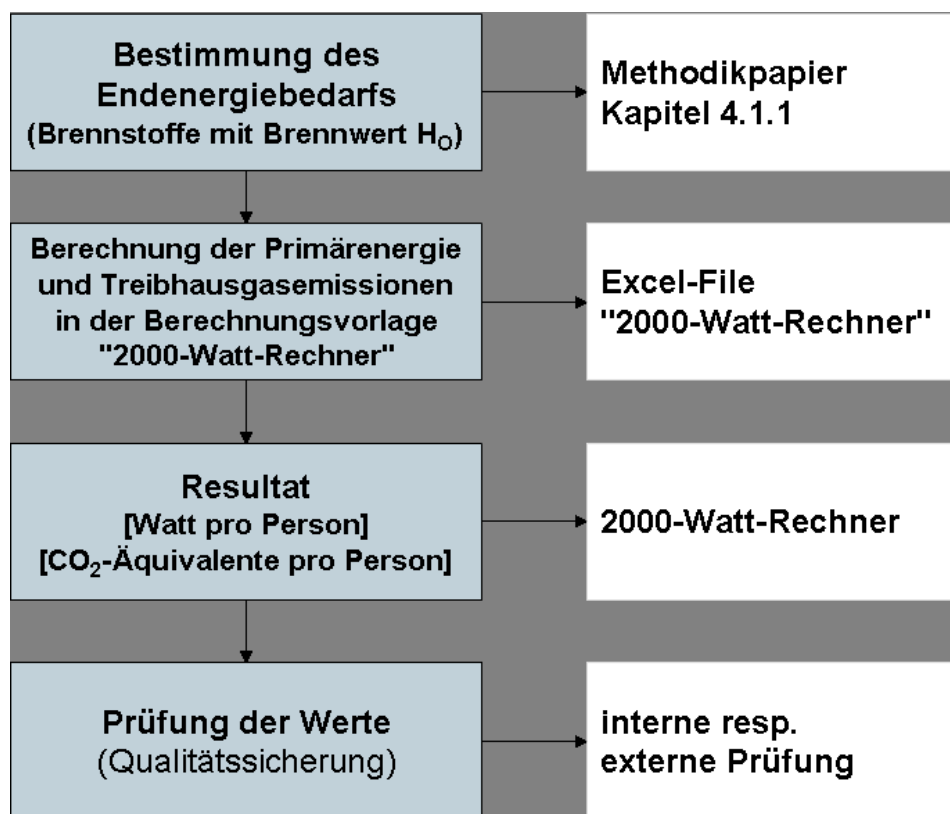


Inhalt

1	Zusammenfassung für Praxiseinsatz.....	3
2	Einleitung.....	4
3	Zielsetzung	4
4	Methodische Grundsätze	5
4.1	Bilanzierungsgrösse und Bilanzperimeter	5
4.1.1	Endenergie	6
4.1.2	Bilanzperimeter:.....	6
4.1.3	Graue Energie	7
4.2	Bewertung der Energieträger.....	7
4.2.1	Primärenergiefaktoren	7
4.2.2	Treibhausgas-Emissionskoeffizienten.....	9
4.3	Zukünftige Entwicklung.....	9
5	Zielwerte der "2000-Watt-Gesellschaft"	10
6	Bezug zur Nachhaltigen Entwicklung	11
6.1	Nachhaltige Entwicklung.....	11
6.2	Monitoring	11
6.3	Nachhaltigkeitsbeurteilung	12
7	Anhang 1: Umrechnung Heizwert (Hu) / Brennwert (Ho).....	13
8	Anhang 2: Gewichtungsfaktoren für die Endenergie.....	14
9	Anhang 3: Berechnungen für die Schweiz	15
10	Anhang 4: Berechnungen für die Stadt Zürich.....	16
11	Anhang 5: Nachhaltige Entwicklung	17
12	Anhang 6: Ausgewählte Instrumente zur Nachhaltigkeitsbeurteilung.....	19
13	Anhang 7: Literatur	20

1 Zusammenfassung für Praxiseinsatz

Das vorliegende Methodikpapier dient als Leitfaden für die Berechnung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen nach der Methodik der 2000-Watt-Gesellschaft. Für den Praxiseinsatz wird folgendes Vorgehen vorgeschlagen:



Figur 1: Vorgehen in der Praxis

Das in diesem Papier im Kapitel 5 dargestellte Jahr 2150 als Zeitpunkt, in welchen die Zielwerte der 2000-Watt-Gesellschaft aus heutiger Warte erreichbar sind, stellt die Sicht der am Projekt beteiligten Fachleute dar. Angesichts der sehr ambitionierten Zielvorgaben und des Langfristcharakters der 2000-Watt-Strategie ist dieser Zeitpunkt mit grossen Unsicherheiten behaftet. Die politischen Vorgaben für die angestrebte Erfüllung der 2000-Watt-Ziele können in zeitlicher Hinsicht durchaus ambitionierter formuliert werden, was die Autoren angesichts der Dringlichkeit hinsichtlich Umsetzung griffiger Massnahmen nicht als Widerspruch zur fachlichen Sicht verstehen. In der Stadt Zürich beispielsweise hat das Stimmvolk am 30. November 2008 der Politik das Jahr 2050 als Messlatte zur Zielerreichung vorgelegt.

Die Methodik für die Datenbeschaffung und Berechnung werden in den folgenden Kapiteln im Detail erläutert. Beispiele für Resultate sind in den Anhängen 3 (Schweiz) und 4 (Stadt Zürich) dargestellt.



2 Einleitung

Die Stadt Zürich orientiert sich in ihrem Legislatorschwerpunkt „Nachhaltige Stadt Zürich – auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft“ (Stadt Zürich 2006) an der vom ETH-Bereich entwickelten Vision der 2000-Watt-Gesellschaft (vgl. Novatlantis 2005, Koschenz/ Pfeiffer 2005). Als Grundlage für die Umsetzung dieses Schwerpunkts führte die Stadt Zürich in Zusammenarbeit mit Novatlantis und INFRAS im Zeitraum Dezember 2006 bis Februar 2007 zwei Expertenworkshops zur Konkretisierung dieser Vision für die ganze Schweiz und die Stadt Zürich im Besonderen („Konzept 2000-Watt-Gesellschaft“) durch. Im dritten Workshop vom Mai 2007 wurden die Querbezüge zwischen dem Konzept 2000-Watt-Gesellschaft und der Nachhaltigen Entwicklung sowie eine allfällige Ergänzung des Konzepts 2000-Watt-Gesellschaft mit weiteren Nachhaltigkeitskriterien diskutiert.

Die 2000-Watt-Gesellschaft verlangt eine langfristige, auf eine nachhaltige Entwicklung ausgerichtete Reduktion des von der Schweiz verursachten Primärenergieverbrauchs und der damit zusammenhängenden Treibhausgasemissionen. Ausgehend von der Vision der 2000-Watt-Gesellschaft des ETH-Bereichs und der Ergebnisse der Expertenworkshops werden nachfolgend im Sinne eines Arbeitspapiers die wichtigsten methodischen Grundsätze und die Ziele des Konzepts 2000-Watt-Gesellschaft präzisiert. Ergänzend werden der Bezug des Konzepts 2000-Watt-Gesellschaft zur Nachhaltigen Entwicklung geklärt und Empfehlungen zum Einsatz entsprechender Instrumente formuliert.

Region

Das Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft gilt für die ganze Schweiz und kann auch auf Regionen (Kantone, Gemeinden) angewendet werden.

Bauprojekt

Auf Ebene Bauprojekt wird der SIA-Effizienzpfad Energie angewendet, welcher grundsätzlich dieselbe Methodik anwendet.

3 Zielsetzung

Gesamte Schweiz

Es sind die für die Anwendung der 2000-Watt-Gesellschaft auf gesamtschweizerischer Ebene notwendigen Definitionen bezüglich Bilanzierungsgrösse, Bilanzperimeter sowie bezüglich Bewertung der Energieträger hinsichtlich der Vorgaben der 2000-Watt-Gesellschaft und operativer Zielwerte festzulegen.

Regionen, Kantone und Gemeinden

Es ist der operative Leitfaden für die Bilanzierung des Primärenergiebedarfs für Gemeinden, Städte und Kantone zu definieren. Zudem werden die Eckdaten für die Bewertung der Energieträger und von energiepolitischen Massnahmen zur Verfügung gestellt. Damit sollen energiepolitische Massnahmen evaluiert werden können, welche auf das Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft hinwirken.

Bauprojekt

Der methodische Rahmen für die Definition von „2000-Watt-kompatiblen Gebäuden“ wird festgelegt. Die konkrete Definition erfolgt durch den SIA-Effizienzpfad Energie, in welchem entsprechende Zielgrössen abgeleitet werden.

4 Methodische Grundsätze

Das vorliegende Umsetzungskonzept lässt sich auf zwei unterschiedlichen Ebenen anwenden:

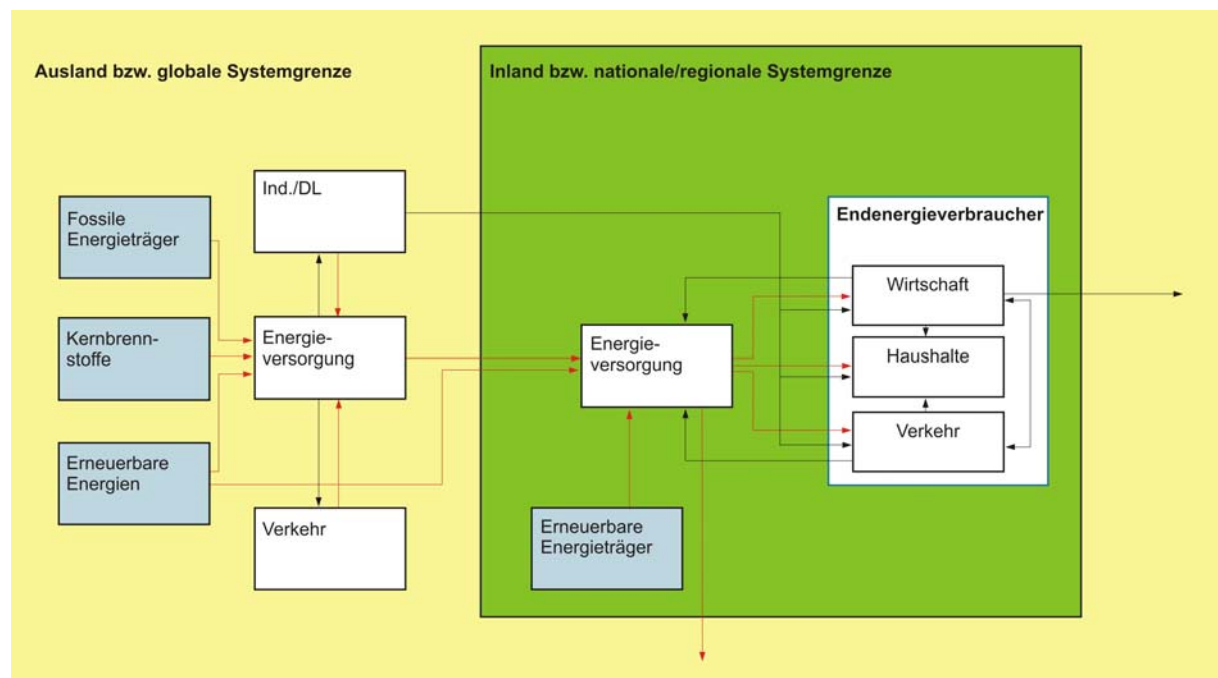
Region

Die folgenden methodischen Grundsätze beziehen sich, wo nicht anders ausgewiesen, auf die Systemebene einer Region. Regionen können Gemeinden, Städte, Kantone oder die Schweiz sein.

Bauprojekt

Auf der Systemebene Bauprojekt wird grundsätzlich dieselbe Methodik wie bei der regionalen Betrachtung angewendet. Die gesamtschweizerischen Zielsetzungen werden auf Zielsetzungen für den Gebäudebereich heruntergebrochen.

4.1 Bilanzierungsgrösse und Bilanzperimeter



Blau hinterlegt: Primärenergiequellen

→ Energieflüsse

→ Graue Energieflüsse (Güter und Dienstleistungen)

Figur 2: Bilanz- und Bewertungsgrössen "Region" in Anlehnung an Koschenz/Pfeiffer 2005.

Massgebend ist die bewertete Endenergie. Im Hinblick auf eine effiziente Ressourcenverwendung ist die Bewertungsgrösse "Primärenergie", definiert als kumulierter Energieaufwand (KEA) mit globaler Systemgrenze, relevant. Im Hinblick auf die Klimafrage sind die mit der Primärenergie zusammenhängenden Treibhausgasemissionen ausgedrückt in CO₂-Äquivalenten relevant.

Die Graue Energie und die entsprechenden Treibhausgasemissionen des Saldos von Import und Export an Gütern und Dienstleistungen¹ sind in den Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft nicht enthalten. Es wird empfohlen diese im Sinne einer „Schattenrechnung“ ergänzend zu berücksichtigen.

¹ Ein Importüberschuss führt in der Schattenrechnung zu einem zusätzlichen Primärenergieverbrauch im Umfang der grauen Energie.



gen. Begründet wird dies damit, dass die Datengrundlagen weniger zuverlässig und die Einflussmöglichkeiten der Politik geringer sind als bei der in der Schweiz verbrauchten Energie.

4.1.1 Endenergie

Die Endenergie ist die netto gelieferte Energie².

Der Energieinhalt von Brenn- und Treibstoffen bemisst sich gemäss SIA 416/1 nach dem Brennwert (oberer Heizwert). Tabelle 1 im Anhang 1 gibt einen Überblick über die entsprechenden spezifischen Werte.

Der Endenergieverbrauch einer Region setzt sich aus dem Energieverbrauch der stationären Verbraucher und dem Energieverbrauch mobiler Verbraucher (Verkehr) zusammen.

4.1.2 Bilanzperimeter:

Stationäre Verbraucher

Der lokale Bilanzperimeter für die Bestimmung der Endenergie umfasst bei stationären Energieverbrauchern das Gebäude, inkl. den dazu gehörenden energieverbrauchenden Aussenanlagen. Bei unbebauten Grundstücken ist die Parzellengrenze Bilanzgrenze. Anlagen und Einrichtungen, welche ausschliesslich an Dritte liefern, sind nicht innerhalb des Bilanzperimeters, auch wenn sie innerhalb oder am Gebäude angebracht sind. Nahwärmeverbünde gelten anteilmässig als innerhalb des Bilanzperimeters liegend, d.h. ihr Energiebedarf (inkl. Graue Energie) wird angemessen auf die angeschlossenen Gebäude aufgeteilt.

Klassische Energie-Contracting-Anlagen (die Anlage steht im Gebäude, gehört aber einem Dritten und wird von diesem betrieben) werden gleich behandelt wie Anlagen im Besitz des Gebäudeeigentümers.

Region: Technische Anlagen zur Gewinnung von erneuerbaren Energien (Sonnenzellen, Windgeneratoren, Sonnenkollektoren, Wasserturbinen, Erdsonden), die das Gebäude beliefern, werden als ausserhalb des Bilanzperimeters liegend betrachtet. Die von ihnen gelieferte Energie ist Teil der Endenergie.

Bauprojekte: Bei der Anwendung auf Bauprojekte können die Anlagen zur Gewinnung von erneuerbaren Energien als innerhalb des Bilanzperimeters liegend betrachtet werden. Es wird also nur die Graue Energie und die über den Bilanzperimeter gelieferte Energie zum Betrieb dieser Anlagen berücksichtigt, nicht jedoch die gewonnene erneuerbare Energie. Dies gilt auch für Nahwärmeverbünde³. Bei der Festsetzung des auf die Gebäude entfallenden Anteils der Maximalwerte (siehe Zielwerte gemäss Ziffer 5) ist dies durch einen Abzug zu berücksichtigen, der sich an der zu erwartenden Produktion erneuerbarer Energien am Gebäudestandort orientiert.

Verkehr:

Der lokale Bilanzperimeter im Verkehr ist das Territorium. Darin wird nach dem Absatzprinzip bilanziert (alle in der Region abgesetzten resp. verkauften Energieträger gehen in die Bilanz ein).

Beim motorisierten Individualverkehr (MIV) und beim Flugverkehr wäre die Erfassung des gesamten von der Schweizer Bevölkerung verursachten Energieverbrauchs erwünscht (Inländer- bzw. Verursacherprinzip). Da keine amtlichen Statistiken zu diesen Grössen vorliegen und die Differenz zu den offiziellen Daten aufgrund von sich kompensierenden Effekten⁴ vermutlich klein

² Als netto gelieferte Energie wird die Energie bezeichnet, die dem Gebäude über den Bilanzperimeter netto geliefert wird.

³ Gemäss Sitzung SIA Kommission für Haustechnik und Energie vom 10. September 2008

⁴ MIV: Teilweise Kompensation des Benzin-Tanktourismus der Ausländerinnen und Ausländer in der Schweiz durch Diesel-Tanktourismus der Schweizer Bevölkerung im Ausland; teilweise Kompensation des zusätzlichen Treibstoffverbrauchs der Schweizer Bevölkerung im Ausland durch Treibstoffabsatz in der Schweiz an Ausländerinnen und Ausländer in der Schweiz.



ist, wird auf der nationalen Ebene beim MIV und beim Flugverkehr auf das Absatzprinzip gemäss Schweizerischer Energiestatistik zurückgegriffen.

Region: Bei der Anwendung des Konzepts der 2000-Watt-Gesellschaft auf die Stadt Zürich wird beim MIV die auf den Stadtzürcher Strassen für den MIV aufgewendete Energie als Bilanzierungsgrösse verwendet (Territorialprinzip). In anderen Regionen/Gemeinden können jedoch je nach lokalen Gegebenheiten und Datenverfügbarkeit andere Vorgehensweisen zweckmässig sein.⁵

Der nach Absatzprinzip gesamtschweizerisch bestimmte Energieverbrauch des Flugverkehrs wird aus pragmatischen Gründen pro Kopf der Bevölkerung aufgeteilt.

Bauprojekte: Bei Bauprojekten wird die auf dem Areal induzierte Mobilität gemäss Definition "SIA Effizienzpfad Energie" berücksichtigt. Die gesamtschweizerisch im Verkehr eingesetzte Energie muss auf die Gebäudekategorien entsprechend der von ihnen induzierten Mobilität heruntergebrochen werden.

4.1.3 Graue Energie

Die Graue Energie der an die Konsumenten gelieferten Güter und Dienstleistungen setzt sich zusammen aus der in der Schweiz bei Erzeugung, Verarbeitung und Transport von Gütern und Dienstleistungen eingesetzten Energie und dem Importsaldo der Grauen Energie von Gütern und Dienstleistungen.

Massgebend für die Bestimmung der Werte für die Graue Energie und die entsprechenden Treibhausgas-Emissionen ist die in Jungbluth et al. 2007 entwickelte Methodik. Bei den Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft angerechnet wird nur die in der Schweiz eingesetzte Energie. Der Importsaldo wird nur als Schattenrechnung mitgeführt (siehe Ziffer 4.1).

Region

Bei der Anwendung des Konzepts 2000-Watt-Gesellschaft auf regionaler oder lokaler Ebene wird die Energie erfasst, welche in der Region für die Herstellung von Gütern und Dienstleistungen eingesetzt wird. Die Graue Energie des auf die Region bezogenen Netto-Importsaldos von Gütern und Dienstleistungen wird aus pragmatischen Gründen aus den gesamtschweizerischen Daten pro Kopf der Bevölkerung berechnet.

Bauprojekte:

Bei der Anwendung des Konzepts 2000-Watt-Gesellschaft auf Gebäudeebene ist das SIA Merkblatt 2032 Graue Energie für die Bestimmung der in den Baustoffen enthaltenen Grauen Energie massgebend. Sie umfasst sowohl die in der Schweiz für die Herstellung von Baustoffen eingesetzte Energie als auch die Graue Energie des Importsaldos von Baustoffen und ihren Ausgangsprodukten.

4.2 Bewertung der Energieträger

Die Endenergie (inkl. die am Standort produzierte Energie) wird mit den Primärenergiefaktoren und den entsprechenden Treibhausgasemissionskoeffizienten bewertet.

4.2.1 Primärenergiefaktoren

Der Primärenergiefaktor ist definiert als die Primärenergiemenge, die erforderlich ist, um dem Verbraucher (z.B. einem Gebäude) eine bestimmte Endenergiemenge zuzuführen, bezogen auf

Flugverkehr: Teilweise Kompensation des von der Schweizer Bevölkerung zusätzlich im Ausland verursachten Flugtreibstoffes durch in der Schweiz abgesetzten und von Ausländerinnen und Ausländern verbrauchten Flugtreibstoff.

⁵ Z.B. „Hinunter brechen“ der Ergebnisse kantonaler Verkehrsmodelle (Erfassung des MIV nach dem Territorialprinzip) auf Regionen/Gemeinden (z.B. anhand vergleichbarer Regionen/Gemeinden).

diese Endenergiemenge. Dieser Faktor berücksichtigt die zusätzlich erforderliche Energie, die erforderlich ist, um die Energie zu gewinnen, umzuwandeln, zu raffinieren, zu transportieren und zu verteilen. Die Systemgrenze ist global.

Es werden alle erforderlichen Vorgänge berücksichtigt, um die Energie dem Gebäude bis zum Bilanzperimeter (vgl. Abschnitt 4.1.2.) zuzuführen. Die Umwandlungsverluste im Innern des Gebäudes werden jedoch innerhalb des Bilanzperimeters betrachtet und sind deshalb in den Primärenergiefaktoren nicht enthalten.

Die in den Abfällen enthaltene Energie wird dem Endverbraucher bereits bei der Lieferung der Güter und Dienstleistungen (inkl. Energieprodukte) belastet. Um Doppelzählungen zu vermeiden, wird deshalb die in den Abfällen enthaltene Energie nicht berücksichtigt (Primärenergiefaktor = 0).

Die Primärenergiefaktoren werden auf Grund des kumulierten Energieaufwands (KEA) gemäss den Ökobilanzdaten der ecoinvent Datenbank (Datenbestand 2.0, vgl. Anhang 2) bestimmt (Vgl. Frischknecht R., Tuchschnid M. 2008, Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, Version 1.4). Als Eigenwert der Primärenergieressourcen werden die nachstehend aufgeführten physikalischen Eigenschaften verwendet:⁶

Eigenwert der Primärenergieressourcen		
Energieträger		Physikalische Eigenschaften
Nicht erneuerbare Primärenergie	Fossil	Brennwert
	Nuklear	Energie des spaltbaren Urans, die im Leichtwasserreaktor erzeugt werden kann
Erneuerbare Primärenergie	Wasser	Von der Wasserturbine produzierte Energie
	Biomasse	Brennwert
	Sonne	Energie am Ausgang des primären Konverters: Sonnenkollektor: Ausgang des Kollektors (Wärme) Photovoltaik: Ausgang des Panels (Gleichstrom)
	Wind	Mechanische Energie auf der Rotorwelle
	Geothermie	Erdwärme: Ausgang der Erdsonde (Wärme) Umweltwärme: Ausgangs des Luft-Wasser Wärmetauschers (Wärme)

Tabelle 1: Definition Primärenergieressourcen

Die Elektrizität wird aufgrund des relevanten Verbrauchermix (gewichtete Summierung der Stromkennzeichnung aller Elektrizitätsversorgungsunternehmen) bewertet. Für nicht überprüfbare Lieferanteile wird der UCTE-Mix eingesetzt.

Region

Bei der Anwendung des Konzepts 2000-Watt-Gesellschaft auf lokaler Ebene (z.B. Stadt Zürich) gilt der Liefermix des lokalen EVU bzw. zukünftig der durchschnittliche Liefermix der von den Endverbrauchern in der Stadt Zürich bezogenen Elektrizität. Für nicht überprüfbare Lieferanteile wird der UCTE-Mix eingesetzt.

Bauprojekt

Es wird der gesamtschweizerische Verbrauchermix eingesetzt.

⁶ Je nach Zielsetzung sind verschiedene Rechenregeln anzuwenden (bei der grauen Energie beispielsweise nur die nicht erneuerbaren Primärenergien). Es ist zu beachten, dass zwischen nicht erneuerbaren und erneuerbaren Primärenergieformen ein prinzipieller Unterschied in der Einschätzung des Eigenwerts bestehen kann. Eine Aggregation über diese Kategorien hinweg ist deshalb mit Vorsicht vorzunehmen.



4.2.2 Treibhausgas-Emissionskoeffizienten

Der Treibhausgas-Emissionskoeffizient ist die Menge der durch den Verbrauch einer Einheit (z.B. 1 MJ) Endenergie emittierten Treibhausgase, ausgedrückt in CO₂-Äquivalenten. Zusätzlich zu den beim Primärenergiefaktor berücksichtigten Prozessen berücksichtigt der Treibhausgas-Emissionskoeffizient die Treibhausgasemission bei der Verbrennung innerhalb des Bilanzperimeters.

Die Treibhausgas-Emissionskoeffizienten werden nach den gleichen Grundsätzen wie die Primärenergiefaktoren gemäss den Ökobilanzdaten der ecoinvent Datenbank (Datenbestand 2.01, vgl. Anhang 2) bestimmt.

4.3 Zukünftige Entwicklung

Für die Beurteilung der Zielerreichung (siehe Ziffer 5) müssen die im massgeblichen Zeitpunkt aktuellen Primärenergiefaktoren und CO₂-Emissionskoeffizienten verwendet werden. Dabei können u.a. folgende mögliche Entwicklungen wesentliche Änderungen zur Folge haben:

- Verbesserung des Wirkungsgrads von Solarenergie-Konvertern und Wärmepumpen,
- Veränderung der Energieeffizienz von Transportprozessen und Prozessen der Materialherstellung,
- Neue Nukleartechnologien (Generation IV),
- CO₂-Sequestrationstechnologien,
- CO₂-Kompensationsmassnahmen über Clean Development Mechanism (CDM) -, Joint Implementation (JI) -Projekte
- Änderung des Strom-Liefermix (schweizerische, regionale/lokale Ebene) und des UCTE-Mix.

5 Zielwerte der "2000-Watt-Gesellschaft"

Als Zielwerte des Konzepts 2000-Watt-Gesellschaft werden Maximalwerte für den gesamten Primärenergieverbrauch und die mit dem Primärenergieverbrauch zusammenhängenden Treibhausgasemissionen festgesetzt. Der Primärenergieverbrauch umfasst in der globalen Perspektive auch den gesamten kumulierten Energieaufwand (KEA) für die Gewinnung der Energie aus den entsprechenden Quellen bzw. Lagerstätten.

Auf regionaler/ lokaler Ebene und/oder für Teilbereiche (z.B. Gebäude) können zusätzlich Maximalwerte für die nicht erneuerbaren Energien (inkl. nicht fossile Energien, die nicht erneuerbar sind) definiert werden. Diese Vorgaben sind aber nicht zwingende Bestandteile des hier definierten 2000-Watt-Konzepts.

Für das 2000-Watt-Konzept gelten folgende gesamtschweizerischen Ziele:

Zielwerte für Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen ⁷					
	2005	2050	ggü. 2005	2150	ggü. 2005
Primärenergieverbrauch (KEA)	6300 Watt/Person	3500 Watt/Person	- 45%	2000 Watt/Person	- 68%
CO ₂ -Äquivalente (bezogen auf KEA)	8.7 t CO ₂ -Äquivalente/Person	2 t CO ₂ -Äquivalente/Person	- 77%	1 t CO ₂ -Äquivalente/Person	- 89%

Tabelle 2: Zielwerte 2000-Watt-Gesellschaft

Das hier dargestellte Jahr 2150 als Zeitpunkt, in welchen die Zielwerte der 2000-Watt-Gesellschaft aus heutiger Warte erreichbar sind, stellt die Sicht der am Projekt beteiligten Fachleute dar. Diese orientiert sich nicht ausschliesslich an Vorgaben zur Minimierung der menschengemachten Klimaveränderung, sondern bezieht gesellschaftliche und politische Machbarkeitsüberlegungen mit ein. Angesichts der sehr ambitionierten Zielwerte und des Langfristcharakters der 2000-Watt-Strategie ist dieser Zeitpunkt aber mit grossen Unsicherheiten behaftet. Die politischen Vorgaben für die angestrebte Erfüllung der 2000-Watt-Zielwerte können in zeitlicher Hinsicht durchaus ambitionierter formuliert werden, was die Autoren angesichts der Dringlichkeit hinsichtlich Umsetzung griffiger Massnahmen nicht als Widerspruch zur fachlichen Sicht verstehen. Es ist sogar von entscheidender Bedeutung, dass es gelingt, in den nächsten 10 bis 20 Jahren entscheidende Fortschritte bei der Umsetzung der Effizienzpotentiale und der Entkarbonisierung der Energieversorgung zu erreichen. In der Stadt Zürich beispielsweise hat das Stimmvolk am 30. November 2008 der Politik das Jahr 2050 als Messlatte zur Zielerreichung vorgelegt.

Region

Bei einer Anwendung des Konzepts 2000-Watt-Gesellschaften auf regionaler/lokaler Ebene sind in der Regel die gesamtschweizerischen Ziele zu übernehmen, da eine Anpassung des Konzepts auf regionale Gegebenheiten zu aufwändig und mit Fehlern behaftet wäre.

Bauprojekt

Für die Zielvorgaben der einzelnen Teilbereiche (Gebäude, Verkehr etc.) können derzeit mangels fundierter Erkenntnisse nur die Zielvorgaben aus Szenario IV der BFE-Energieperspektiven aus dem Jahr 2006 übernommen werden. Damit bleiben die Anteile des Endenergiebedarfs hinsichtlich der erwähnten Teilbereiche bis 2035 mehr oder weniger unverändert. Allerdings sollen demnächst weitere Abklärungen hinsichtlich dieser Frage in Angriff genommen werden.

⁷ Basis: econinvent-Datenbank 2.0 (Werte und Berechnungen siehe Anhang)

6 Bezug zur Nachhaltigen Entwicklung

Das Konzept 2000-Watt-Gesellschaft weist einen engen Bezug zur Nachhaltigen Entwicklung auf. Erstens decken die energie- und klimapolitischen Ziele wesentliche Aspekte der ökologischen Dimension der Nachhaltigen Entwicklung ab. Zweitens sind zwischen dem Konzept 2000-Watt-Gesellschaft und der Nachhaltigen Entwicklung Wechselwirkungen zu erwarten.

Aufgrund der vielfältigen Bezüge sollten in der Umsetzung der Ziele des Konzepts 2000-Watt-Gesellschaft weitere Aspekte der Nachhaltigen Entwicklung berücksichtigt werden. Dabei sind folgende Grundsätze zu beachten:

1. Das Konzept 2000-Watt-Gesellschaft soll auf energie- und klimapolitische Ziele fokussieren und nicht mit weiteren Nachhaltigkeitskriterien in Form von verbindlichen Zielen ergänzt werden.
2. Die Wechselwirkungen zwischen dem Konzept 2000-Watt-Gesellschaft und der Nachhaltigen Entwicklung sind aufzuzeigen und zu berücksichtigen. Erstens sollten die Auswirkungen der Umsetzung des Konzepts 2000-Watt-Gesellschaft auf weitere Aspekte der Nachhaltigen Entwicklung in Form eines Monitorings laufend verfolgt werden. Zweitens sind die energie- und klimapolitischen Massnahmen einer Nachhaltigkeitsbeurteilung zu unterziehen.

Nachfolgend werden im Sinne von Empfehlungen die Eckpfeiler des Monitorings und der Nachhaltigkeitsbeurteilung dargestellt. Zu berücksichtigen ist, dass sich das Vorgehen aufgrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen zwischen Bund, Kantonen und Gemeinden unterscheiden kann. Auf der Ebene einzelner Verwendungszwecke (z.B. Heizen und Warmwasser, Mobilität) sind ebenfalls spezifische Gegebenheiten zu berücksichtigen.

6.1 Nachhaltige Entwicklung

Als Grundlage für das Monitoring und die Nachhaltigkeitsbeurteilung ist das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung zu klären. Zu definieren sind der Begriff der Nachhaltigen Entwicklung, die Nachhaltigkeitskriterien und das Vorgehen bei Zielkonflikten. Dabei können sich die Kantone und Gemeinden an den Vorarbeiten auf Bundesebene orientieren (vgl. Anhang 3).

6.2 Monitoring

Ziel des Monitorings ist die laufende Beobachtung der Erreichung der Ziele des Konzepts 2000-Watt-Gesellschaft und die Auswirkungen dieses Konzepts auf weitere Aspekte der Nachhaltigen Entwicklung, insbesondere auf Nachhaltigkeitskriterien, die einen Bezug zu den energie- und klimapolitischen Zielen aufweisen. Das Monitoring stellt auf Stufe Bund, Kantonen und Gemeinden eine wichtige Steuerungsgrundlage dar.

Das Monitoring ist möglichst im Rahmen der bestehenden Monitoring-Systeme der Nachhaltigen Entwicklung⁸ durchzuführen. Allenfalls sind die heute verwendeten Nachhaltigkeitsindikatoren⁹ zu ergänzen.

Auf der Ebene einzelner Anwendungsbereiche (z.B. Gebäude) sind beim Monitoring der energie- und klimapolitischen Zielerreichung und der Auswirkungen auf weitere Nachhaltigkeitskriterien spezifische Anforderungen zu berücksichtigen. Teilweise bestehen bereits Grundlagen, die für das Monitoring auf Anwendungsebene verwendet werden können. Für Bauprojekte sind die Kriterien der SIA-Empfehlung 112/1 Nachhaltiges Bauen - Hochbau zu verwenden.

⁸ Vergl. die Anhänge 5 und 6

⁹ z.B. MONET (BFS/BUWAL/ARE 2003) auf Bundesebene; Cercle Indicateurs (2005) auf Ebene Kantone und Gemeinden.

6.3 Nachhaltigkeitsbeurteilung

Die Nachhaltigkeitsbeurteilung dient der Optimierung von Massnahmen zur Erreichung der Ziele des Konzepts der 2000-Watt-Gesellschaft und möglichst positiver Auswirkungen auf weitere Aspekte der Nachhaltigen Entwicklung. Die Nachhaltigkeitsbeurteilung kann sich auf einzelne Massnahmen (bzw. Projekte) und/oder auf Massnahmenpakete (bzw. die Strategie) beziehen. Die Massnahmen (bzw. die Strategie) sind vorgängig (ex ante) und nachträglich (ex post) zu evaluieren.

Die Nachhaltigkeitsbeurteilung sollte in folgenden Schritten durchgeführt werden:

1. Bestimmung der Beurteilungskriterien.¹⁰
2. Konkretisierung verschiedener Massnahmen.
3. Analyse der Auswirkungen
4. Beurteilung der Massnahmen und Optimierungsvorschläge

Zur Nachhaltigkeitsbeurteilung sind in den letzten Jahren verschiedene Instrumente erarbeitet worden, die für die Evaluation von Massnahmen zur Erreichung der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft genutzt werden können.¹¹ Die Instrumente beziehen sich auf unterschiedliche Handlungsebenen (Strategie vs. Projekte) und weisen verschiedene Differenzierungs- bzw. Komplexitätsgrade auf (Checklisten vs. Indikatorenansatz). Bei der Verwendung eines bestehenden Instrumentes ist zu prüfen, ob es aufgrund der spezifischen Anforderungen (z.B. Nachhaltigkeitskriterien) anzupassen ist. Bei der Nachhaltigkeitsprüfung einzelner Massnahmen (bzw. Projekte) sind möglichst anwendungsspezifische Instrumente einzusetzen. Die Beurteilung von Bauprojekten stützt sich auf die Kriterien der SIA-Empfehlung 112/1 Nachhaltiges Bauen - Hochbau

¹⁰ Relevant sind die Ziele des Konzeptes 2000-Watt-Gesellschaft als Musskriterien sowie die weiteren umweltbezogenen, wirtschaftlichen und sozialen Kriterien. Die Kriterien sind massnahmenpezifisch zu definieren. Die auf der übergeordneten Ebene (Bund, Kantone, Gemeinden) bestimmten Nachhaltigkeitskriterien (vgl. Definition Nachhaltige Entwicklung und Monitoring) sind jedoch zu beachten.

¹¹ Eine Übersicht über die Instrumente zur Nachhaltigkeitsbeurteilung findet sich in ARE 2004b. In Anhang 4 sind ausgewählte Instrumente aufgeführt, die sich zur Evaluation von Strategien und Massnahmen zur Erreichung der Ziele des Konzeptes 2000-Watt-Gesellschaft besonders eignen.

7 Anhang 1: Umrechnung Heizwert (Hu) / Brennwert (Ho)

Energieträger	Dichte	Heizwert (Hu)	Brennwert (Ho)	Hu/Ho
Erdölprodukte	[kg/l]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	[1]
Heizöl EL	0.84	42.6	45.5	0.94
Propan (flüssig)	0.51	46.3	50.3	0.92
Butan (flüssig)	0.58	45.7	49.5	0.92
Benzin	0.74	42.5	45.8	0.93
Diesel	0.84	42.8	45.7	0.94
Flugtreibstoffe	0.82	43.0	45.7	0.94
Kohle	[kg/l]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	[1]
Steinkohle		27.1	29.3	0.96
Braunkohle		20.1	20.9	0.96
Holz	[kg/m3]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	[1]
Stückholz	540-780	15.0-15.7	16.3-17.0	0.92
Holzschnitzel	675-975	11.6-12.4	13.1-13.6	0.89-0.91
Holzkohle	250	30.0	31.0	0.96
Pellets	1200	16.7	18.3	0.91
Abfall	[kg/l]	[MJ/kg]	[MJ/kg]	[1]
Kehrichtverbrennung		11.9		
Gase	[kg/m3]	[MJ/m3]	[MJ/m3]	[1]
Erdgas	0.76	36.3	40.3	0.90
Biogas	1.01-1.46	14.4-27.0	15.9-29.9	0.90
Methan	0.72	35.9	39.8	0.90
Propan (gasförmig)	2.01	93.1	101.2	0.92
Butan (gasförmig)	2.70	117.8	125.9	0.94

Tabelle 3: Umrechnung Heizwert (Hu) / Brennwert (Ho)

8 Anhang 2: Gewichtungsfaktoren für die Endenergie

Faktoren für 2000-Watt-Gesellschaft

	Kategorie	Technologie	Bezugsgrösse	Primärenergiefaktor (PEF)	total [MJ-eq]	CO ₂ -Äquivalente [kg CO ₂ -eq]	Systemgrenze: Eingang Gebäude / Tank	Systemgrenze: Ausgangs Energiewandler	Bemerkung
Brennstoffe	fossil	Heizöl EL	MJ	1.24	0.082	x			
		Erdgas	MJ	1.15	0.067	x			
		Propan/Butan	MJ	1.15	0.067	x			
		Kohle Koks	MJ	1.66	0.120	x			
		Kohle Brikett	MJ	1.19	0.107	x			
	Biomasse	Stückholz	MJ	1.06	0.003	x			
		Holzschnitzel	MJ	1.14	0.003	x			
		Pellets	MJ	1.22	0.010	x			
Treibstoffe	fossil	Biogas	MJ	0.48	0.038	x			
		Diesel in Lkw	MJ	1.22	0.084	x			
		Diesel in Baumaschine	MJ	1.24	0.083	x			
		Diesel in Pkw	MJ	1.22	0.084	x			
		Benzin in Pkw	MJ	1.29	0.088	x			
		Erdgas in Pkw	MJ	1.17	0.065	x			
		Kerosin in Flugzeug	MJ	1.19	0.080	x			
	Biomasse	Biogas in Pkw	MJ	0.45	0.032	x			
Wärme	Fernwärme	Heizzentrale Öl	MJ	1.69	0.112	x			
		Heizzentrale Gas	MJ	1.56	0.086	x			
		Heizzentrale Holz	MJ	1.66	0.013	x			
		Heizkraftwerk Holz	MJ	1.41	0.011	x			
		Heizzentrale EWP Luft/Wasser (JAZ 2.8)	MJ	2.11	0.029	x			
		Heizzentrale EWP Erdsonde (JAZ 3.9)	MJ	1.88	0.021	x			
		Heizzentrale EWP Abwasser (JAZ 3.4)	MJ	1.01	0.016	x			
		Heizzentrale EWP Grundwasser (JAZ 3.4)	MJ	1.97	0.023	x			
		Heizzentrale Geothermie	MJ	1.52	0.006	x			
		Heizkraftwerk Geothermie	MJ	0.59	0.004	x			
		Kehrichtverbrennung	MJ	0.06	0.001	x			
		Blockheizkraftwerk Diesel	MJ	0.63	0.040	x			
		Blockheizkraftwerk Gas	MJ	0.65	0.037	x			
		Blockheizkraftwerk Biogas	MJ	0.08	0.006	x			
		Fernwärme, Durchschnitt CH	MJ	0.85	0.044	x			Fernwärmerechner für einzelne Netze (http://www.esu-services.ch/)
	erneuerbar am Gebäudestandort	Sonnenkollektor für Warmwasser	MJ	1.44	0.010		x		Bezugsgrösse Ausgang Energiewandler.
		Sonnenkollektor für RH und VWW	MJ	1.34	0.008		x		Bezugsgrösse Ausgang Energiewandler.
		EWP Luft/Wasser (JAZ 2.8)	MJ	1.71	0.023		x		Die Umgebungswärme ist in diesen Faktoren mitbilanziert. Alle WP werden mit elektrischem Strom gemäss Verbrauchermix CH betrieben. Bezugsgrösse Ausgang Energiewandler.
		EWP Erdsonde (JAZ 3.9)	MJ	1.52	0.017		x		
		EWP Grundwasser (JAZ 3.4)	MJ	1.60	0.019		x		
Elektrizität	Elektrizitätsbezug via Netz	Atomkraftwerk	MJ	4.08	0.007	x			
		Erdgaskombikraftwerk GuD	MJ	2.34	0.137	x			
		Kohlekraftwerk (Dampf)	MJ	3.92	0.343	x			
		Kraftwerk Öl	MJ	3.85	0.279	x			
		Kehrichtverbrennung	MJ	0.02	0.005	x			
		Heizkraftwerk Holz	MJ	3.80	0.034	x			
		Blockheizkraftwerk Diesel	MJ	3.36	0.233	x			
		Blockheizkraftwerk Gas	MJ	3.30	0.206	x			
		Blockheizkraftwerk Biogas	MJ	0.20	0.053	x			
		Photovoltaik	MJ	1.66	0.027	x			
		Windkraft	MJ	1.33	0.010	x			
		Wasserkraft	MJ	1.22	0.006	x			
		Pumpspeicherung	MJ	4.25	0.057	x			
		Heizkraftwerk Geothermie	MJ	3.36	0.009	x			
		CH-Produktionsmix	MJ	2.41	0.008	x			
		CH-Verbrauchermix	MJ	2.97	0.045	x			Strommix-Rechner für anderen Strommix (http://www.esu-services.ch/)
		UCTE-Mix	MJ	3.53	0.165	x			
	erneuerbar am Gebäudestandort	Photovoltaik	MJ	1.46	0.020		x		durchschnittlicher schweizerischer Mix ab Klemme Kraftwerk, Bezugsgrösse Ausgang Energiewandler.
		Windkraft	MJ	1.16	0.005		x		Kleinanlage, Bezugsgrösse Ausgang Energiewandler.
		Biogas	MJ	0.16	0.043		x		Zertifizierte Anlagen gemäss VUE (Verein umweltgerechte Elektrizität), Bezugsgrösse Ausgang Energiewandler.

© ESU-services 2008

Bezugsgrösse: Brenn- und Treibstoffe: oberer Heizwert; Fernwärme und Elektrizität: ins Gebäude gelieferte Energie

Tabelle 4: Primärenergiefaktoren und Treibhausgasmissionskoeffizienten

9 Anhang 3: Berechnungen für die Schweiz

(Basis: Gesamtenergiestatistik 2005 und Faktoren 2000-Watt-Gesellschaft)

Region	Schweiz
Bevölkerungszahl	7'459'100
Bezugsjahr	2005
Quelle	GES 2005, Tab. 1

Primärenergieverbrauch			6339	W pro Person
Treibhausgasemissionen			8.5	t pro Person

	Energiever- brauch (unter Heizwerk)	Zusammen- setzung
	TJ/Jahr	%
TOTAL	890'435	
Fossile Energieträger		
Heizöl extra-leicht	215'170	
Heizöl mittel und schwer	4'900	
Petrolkoks	1'160	
Übrige Erdölbrennstoffe	4'600	
Gas	108'820	
Benzin	152'790	
Diesel	73'270	
Flugtreibstoffe	51'000	
Flüssigpropan/Flüssigbutan	0	
Kohle	5'580	
Steinkohle		71.0%
Braunkohlebriketts		19.0%
Steinkohlenkoks		10.0%
Biomasse		
Holz	30'450	
Stückholz		45.0%
Holzschnitzel		50.0%
Pellets		5.0%
Biogas	1'472	
Sonne/Wind/Geothermie		
Sonnenenergienutzung	1'039	
Umweltwärmenutzung	5'734	
Wärmequelle: Luft		40.0%
Wärmequelle: Sole oder Wasser		60.0%
Industrieabfälle	12'050	
Fernwärme	16'010	
CH Durchschnitt		100.0%
Kehrichtverbrennung		0.0%
Kernkraftwerk		0.0%
Heizzentrale Oel		0.0%
Heizzentrale Gas		0.0%
Heizzentrale Holz		0.0%
Heizkraftwerk Holz		0.0%
Heizzentrale Abwasser mit WP		0.0%
Heizzentrale Geothermie		0.0%
Heizkraftwerk Geothermie		0.0%
Blockheizkraftwerk Gas		0.0%
Elektrizität	206'390	
Kernkraftwerk		0.0%
Wasserkraftwerk		0.0%
Erdgaskombikraftwerk GuD		0.0%
Kohlekraftwerk (Dampf)		0.0%
Kraftwerk Oel		0.0%
Kehrichtverbrennung		0.0%
Heizkraftwerk Holz		0.0%
Blockheizkraftwerk Diesel		0.0%
Blockheizkraftwerk Gas		0.0%
Blockheizkraftwekr Biogas		0.0%
Photovoltaik-Kraftwerk		0.0%
Windkraftwerk		0.0%
Geothermie-Kraftwerk		0.0%
CH-Produktionsmix		0.0%
CH-Verbrauchermix		100.0%
UCTE-Mix		0.0%

[illegible]

Energieträger (esu-Bericht)	Tabelle	Primär- energie- faktor	Treibhausgas- emissions- koeffizient
		-	kg/MJ
Heizöl EL	1.1	1.24	0.082
Heizöl EL	1.1	1.24	0.082
Kohle Koks	1.1	1.66	0.120
Heizöl EL	1.1	1.24	0.082
Erdgas	1.1	1.15	0.067
Benzin in Pkw	1.1	1.29	0.088
Diesel in Pkw	1.1	1.22	0.084
Kerosin in Flugzeug	1.1	1.19	0.080
Propan/Butan	1.1	1.15	0.067
Kohle Brikett	1.1	1.19	0.107
Kohle Brikett	1.1	1.19	0.107
Kohle Koks	1.1	1.66	0.120
Stückholz	1.1	1.06	0.003
Holzschnitzel	1.1	1.14	0.003
Pellets	1.1	1.22	0.010
Biogas	1.1	0.48	0.038
Sonnenkollektor für RH + WW	1.2	1.34	0.008
EWP Luft/Wasser (JAZ = 2.8)	1.2	1.71	0.023
EWP Erdsonde (JAZ = 3.9)	1.2	1.52	0.017
Kehrichtverbrennung	1.1	0.06	0.001
Fernwärme Durchschnitt	1.1	0.85	0.044
Kehrichtverbrennung	1.1	0.06	0.001
Fernwärme Durchschnitt	1.1	0.85	0.044
Heizzentrale Öl	1.1	1.69	0.112
Heizzentrale Gas	1.1	1.56	0.086
Heizzentrale Holz	1.1	1.66	0.013
Heizkraftwerk Holz	1.1	1.41	0.011
Heizzentrale Abwasser mit WP	1.1	1.01	0.016
Heizzentrale Geothermie	1.1	1.52	0.006
Heizkraftwerk Geothermie	1.1	0.59	0.004
Blockheizkraftwerk Gas	1.1	0.65	0.037
Atomkraftwerk	1.1	4.08	0.005
Wasserkraft	1.1	1.22	0.003
Erdgaskombikraftwerk GuD	1.1	2.34	0.135
Kohlekraftwerk (Dampf)	1.1	3.92	0.344
Kraftwerk Öl	1.1	3.85	0.277
Kehrichtverbrennung	1.1	0.02	0.002
Heizkraftwerk Holz	1.1	3.80	0.032
Blockheizkraftwerk Diesel	1.1	3.36	0.231
Blockheizkraftwerk Gas	1.1	3.30	0.205
Blockheizkraftwerk Biogas	1.1	0.20	0.052
Photovoltaik	1.1	1.66	0.025
Windkraft	1.1	1.33	0.008
Heizkraftwerk Geothermie	1.1	3.36	0.009
CH-Produktionsmix	1.1	2.41	0.008
CH-Verbrauchermix	1.1	2.97	0.043
UCTE-Mix	1.1	3.53	0.165

Primär- energie- verbrauch TJ/Jahr	Treibhausgas- emissionen (CO ₂ - Äquivalente) t/Jahr
1'491'041	63'708'127
283'841	18'770'149
6'464	427'447
2'049	148'085
6'068	401'277
139'048	8'101'044
211'935	14'457'548
95'095	6'547'532
64'564	4'340'426
0	0
4'911	441'576
1'314	118'168
	69'750
15'788	44'682
19'285	50'750
2'041	16'731
785	62'151
1'392	8'312
3'922	52'753
5'229	58'487
723	12'050
13'609	704'440
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
612'978	8'874'770
0	0

Tabelle 5: Berechnung gemäss 2000-Watt-Rechner für die Schweiz

10 Anhang 4: Berechnungen für die Stadt Zürich

Region	Zürich
Bevölkerungszahl	366'809
Bezugsjahr	2005
Quelle	E-Statistik StZH

Primärenergieverbrauch		4958	W pro Person
Treibhausgasemissionen		5,4	t pro Person

	Energieverbrauch (unterer Heizwert)	Zusammen- setzung
	TJ/Jahr	%
TOTAL	35'933	
Fossile Energieträger		
Heizöl extra-leicht	5'924	
Heizöl mittel und schwer	0	
Petrolkoks	0	
Übrige Erdölbrennstoffe	0	
Gas	7'686	
Benzin	4'077	
Diesel	1'517	
Flugtreibstoffe	2'508	
Flüssigpropan/Flüssigbutan	0	
Kohle	0	
Steinkohle		0.0%
Braunkohlebriketts		0.0%
Steinkohlenkoks		0.0%
Biomasse		
Holz	58	
Stückholz		0.0%
Holzschnitzel		0.0%
Pellets		0.0%
Biogas	0	
Sonne/Wind/Geothermie		
Sonnenenergienutzung	12	
Umweltwärmenutzung	306	
Wärmequelle: Luft		0.0%
Wärmequelle: Sole oder Wasser		0.0%
Industrieabfälle	0	
Fernwärme	2'842	
CH Durchschnitl		0.0%
Kehrichtverbrennung		47.7%
Kernkraftwerk		0.0%
Heizzentrale Oel		2.1%
Heizzentrale Gas		50.2%
Heizzentrale Holz		0.0%
Heizkraftwerk Holz		0.0%
Heizzentrale Abwasser mit WP		0.0%
Heizzentrale Geothermie		0.0%
Heizkraftwerk Geothermie		0.0%
Blockheizkraftwerk Gas		0.0%
Elektrizität	11'003	
Kernkraftwerk		42.5%
Wasserkraftwerk		55.1%
Erdgaskombikraftwerk GuD		0.0%
Kohlekraftwerk (Dampf)		0.0%
Kraftwerk Oel		0.0%
Kehrichtverbrennung		2.3%
Heizkraftwerk Holz		0.0%
Blockheizkraftwerk Diesel		0.0%
Blockheizkraftwerk Gas		0.0%
Blockheizkraftwekr Biogas		0.0%
Photovoltaik-Kraftwerk		0.1%
Windkraftwerk		0.0%
Geothermie-Kraftwerk		0.0%
CH-Produktionsmix		0.0%
CH-Verbrauchermix		0.0%
UCTE-Mix		0.0%

Heizwert/ Brennwert	Energie- verbrauch (Brennwert)
-	TJ/Jahr
	37'365
0.94	6302
0.94	0
0.94	0
0.94	0
0.90	8540
0.93	4384
0.94	1614
0.94	2668
0.92	0
0.96	0
0.96	0
0.96	0
0.92	0
0.90	0
0.91	0
0.90	0
	12
	0
	0
	0
	0
	1356
	0
	60
	1427
	0
	0
	0
	0
	0
	4676
	6063
	0
	0
	0
	253
	0
	0
	0
	0
	11
	0
	0
	0
	0
	0

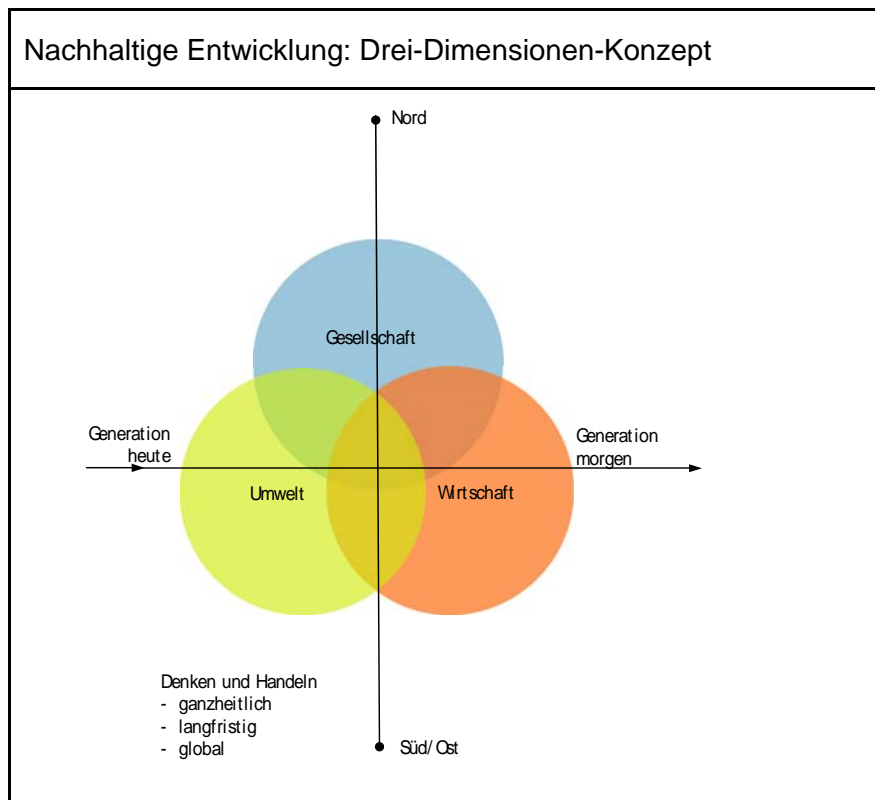
Energieträger (esu-Bericht)	Tabelle	Primärenergiefaktor	Treibhausgasemissionskoeffizient
		-	kg/MJ
Heizöl EL	1.1	1.24	0.082
Heizöl EL	1.1	1.24	0.082
Kohle Koks	1.1	1.66	0.120
Heizöl EL	1.1	1.24	0.082
Erdgas	1.1	1.15	0.067
Benzin in Pkw	1.1	1.29	0.088
Diesel in Pkw	1.1	1.22	0.084
Kerosin in Flugzeug	1.1	1.19	0.080
Propan/Butan	1.1	1.15	0.067
Kohle Brikett	1.1	1.19	0.107
Kohle Brikett	1.1	1.19	0.107
Kohle Koks	1.1	1.66	0.120
Stückholz	1.1	1.06	0.003
Holzschnitzel	1.1	1.14	0.003
Pellets	1.1	1.22	0.010
Biogas	1.1	0.48	0.038
Sonnenkollektor für RH + WW	1.2	1.34	0.008
EWP Luft/Wasser (JAZ = 2.8)	1.2	1.71	0.023
EWP Erdsonde (JAZ = 3.9)	1.2	1.52	0.017
Kehrichtverbrennung	1.1	0.06	0.001
Fernwärme Durchschnitt	1.1	0.85	0.044
Kehrichtverbrennung	1.1	0.06	0.001
Fernwärme Durchschnitt	1.1	0.85	0.044
Heizzentrale Öl	1.1	1.69	0.112
Heizzentrale Gas	1.1	1.56	0.086
Heizzentrale Holz	1.1	1.66	0.013
Heizkraftwerk Holz	1.1	1.41	0.011
Heizzentrale Abwasser mit WP	1.1	1.01	0.016
Heizzentrale Geothermie	1.1	1.52	0.006
Heizkraftwerk Geothermie	1.1	0.59	0.004
Blockheizkraftwerk Gas	1.1	0.65	0.037
Atomkraftwerk	1.1	4.08	0.005
Wasserkraft	1.1	1.22	0.003
Erdgaskombikraftwerk GuD	1.1	2.34	0.135
Kohlekraftwerk (Dampf)	1.1	3.92	0.344
Kraftwerk Öl	1.1	3.85	0.277
Kehrichtverbrennung	1.1	0.02	0.002
Heizkraftwerk Holz	1.1	3.80	0.032
Blockheizkraftwerk Diesel	1.1	3.36	0.231
Blockheizkraftwerk Gas	1.1	3.30	0.205
Blockheizkraftwerk Biogas	1.1	0.20	0.052
Photovoltaik	1.1	1.66	0.025
Windkraft	1.1	1.33	0.008
Heizkraftwerk Geothermie	1.1	3.36	0.009
CH-Produktionsmix	1.1	2.41	0.008
CH-Verbrauchermix	1.1	2.97	0.043
UCTE-Mix	1.1	3.53	0.165

Primärenergieverbrauch	Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente)
tJ/Jahr	t/Jahr
57'358	1'996'935
7'814	516'757
0	0
0	0
0	0
9'821	572'180
5'655	385'776
1'969	135'589
3'175	213'445
0	0
0	0
0	0
	0
0	0
0	0
0	0
0	0
16	93
0	0
0	0
0	0
0	0
81	1'356
0	0
101	6'685
2'226	122'703
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
19'080	23'382
7'397	18'188
0	0
0	0
0	0
5	506
0	0
0	0
0	0
0	0
18	275
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0

Tabelle 6: Berechnung gemäss 2000-Watt-Rechner für die Stadt Zürich

11 Anhang 5: Nachhaltige Entwicklung

Ausgehend von der Brundtland-Definition¹² stellt der Bund (vgl. ARE 2007) bei der Nachhaltigen Entwicklung die drei Zieldimensionen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft in den Vordergrund. Dieses Drei-Dimensionen-Konzept wird durch die Zeit- und die Nord-Süd-Dimension ergänzt (vgl. Figur 3).



Figur 3: Nachhaltigkeitsdimensionen nach ARE, 2007

Mit dem Drei-Dimensionen-Konzept verdeutlicht der Bund folgende Aspekte der Nachhaltigen Entwicklung (vgl. ARE 2007):

- Ganzheitliche Sicht von Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft: Wirtschaftliche, gesellschaftliche und ökologische Prozesse sind vernetzt und beeinflussen sich gegenseitig. Das Handeln öffentlicher und privater Akteure muss den Wechselwirkungen zwischen den drei Dimensionen Rechnung tragen.
- Solidarität mit der künftigen Generation: Die Überbeanspruchung der Ressourcen und des Lebensraums schränken die Entwicklung zukünftiger Generationen ein. Entwicklung ist nur nachhaltig, wenn sie die Bedürfnisse zukünftiger Generationen berücksichtigt (intergenerationelle Solidarität) und nicht beeinträchtigt.
- Solidarität innerhalb der heutigen Generation: Eine langfristig stabile Entwicklung ist nur möglich, wenn allen Menschen das gleiche Recht auf die Nutzung der vorhandenen Ressourcen zugestanden wird (intragenerationelle Solidarität).

¹² „Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, welche die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen.“ (zitiert nach ARE 2007)



Der Bundesrat leitete in der Strategie Nachhaltige Entwicklung 2002 (Bundesrat 2002) aus den drei Zieldimensionen 15 Nachhaltigkeitskriterien für die Schweiz ab. Diese Nachhaltigkeitskriterien wurden in verschiedenen Projekten weiter ausdifferenziert, so zum Beispiel in den IDANE¹³-Kriterien (vgl. Wachter 2006), den 45 MONET-Postulaten (BFS/ARE/BUWAL 2005) und den 35 Zielbereichen des „Cercle Indicateurs“ (Cercle Indicateurs 2003). Ausgehend von diesen Grundlagen werden auf kantonaler und kommunaler Ebene im Rahmen der Nachhaltigkeitsberichterstattung teilweise eigene Indikatoren-Systeme angewendet.¹⁴

Zwischen den drei Nachhaltigkeitsdimensionen können Zielkonflikte bestehen. Die Herausforderung in der Nachhaltigen Entwicklung besteht darin, die zum Teil gegenläufigen Ziele und Interessen der Dimensionen aufeinander abzustimmen. Bei der Interessenabwägung sind folgende Regeln zu beachten (ARE 2007):

- Entscheide sind so zu fällen, dass mittel- und langfristig nicht ein Bereich der Nachhaltigen Entwicklung systematisch zu Gunsten der anderen Bereiche benachteiligt wird.
- Bei der Interessenabstimmung zwischen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft müssen unverhandelbare Mindestanforderungen¹⁵ in allen drei Bereichen eingehalten werden.
- Es ist darauf zu achten, dass die Befolgung der nationalen Strategie nicht durch die Verlagerung von Umweltbelastungen und sozialen Problemen ins Ausland erreicht wird.

¹³ Interdepartementaler Ausschuss Nachhaltige Entwicklung.

¹⁴ Z.B. Nachhaltigkeitsbericht Kanton Zürich (Baudirektion Kanton Zürich 2007), Nachhaltigkeitsbericht der Stadt Zürich (Fachstelle für Stadtentwicklung 2004).

¹⁵ Zu den Mindestanforderungen gehören auch die Energie- und CO₂-Ziele gemäss diesem Methodikpapier zur 2000-Watt-Gesellschaft.

12 Anhang 6: Ausgewählte Instrumente zur Nachhaltigkeitsbeurteilung

Folgende Instrumente sind für die Nachhaltigkeitsbeurteilung von Strategien und Massnahmen zur Erreichung der Ziele des Konzepts 2000-Watt-Gesellschaft besonders geeignet. Allenfalls müssen spezifische Anpassungen (z.B. Beurteilungskriterien) vorgenommen werden:

Ausgewählte Instrumente zur Nachhaltigkeitsbeurteilung		
Instrument	Kurzbeschreibung	Eignung
NHB – Nachhaltigkeitsbeurteilung, Rahmenkonzept und methodische Grundlagen (ARE 2004a)	Rahmenkonzept bzw. Leitfaden für die Durchführung der Nachhaltigkeitsbeurteilung von Strategien und Programmen auf Bundesebene	Beurteilung von Strategien und Programmen auf Bundesebene, allenfalls auch auf Kantonsebene
Checkliste Interessenabwägung Nachhaltigkeit (vgl. ARE 2004b)	Beurteilung der Auswirkungen eines Projektes als Grundlage für eine Interessensabwägung	Optimierung und Variantenvergleich von Strategien und Projekten (v.a. auf Kantonsebene)
Nachhaltigkeitskompass (vgl. ARE 2004b)	Stärken/Schwächen-Profil eines Projektes anhand einer semiquantitativen Bewertung	Umfassende Beurteilung von Strategien und Massnahmen, Identifikation von Optimierungspotenzialen und Variantenvergleich (v.a. auf Kantonsebene)
Beurteilungsraster zur Analyse von Projekten (vgl. ARE 2004b)	Qualitative Beurteilung von Gemeindeprojekten anhand von 16 Aspekten	Gemeindeebene: Optimierung von Projekten und Variantenvergleich anhand einer pragmatischen Methode, die einen vergleichsweise geringen Aufwand erfordert
Albatros (vgl. ARE 2004b)	Multikriterien-Methode zum Vergleich verschiedener Bauvorhaben	Variantenvergleich bei Bauprojekten
Checkliste zur Beurteilung der Nachhaltigkeit - Umsetzung der Mobilitätsstrategie (vgl. ARE 2004b)	21 Fragen zur qualitativen Nachhaltigkeitsbeurteilung von Projekten im Rahmen der Mobilitätsstrategie	Nachhaltigkeitsbeurteilung von Mobilitätsvorhaben auf kommunaler Ebene

Tabelle 7: Instrumente zur Nachhaltigkeitsbeurteilung



13 Anhang 7: Literatur

Bundesamt für Energie (BFE) 2006: Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2005, Bern.

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) 2004a: Nachhaltigkeitsbeurteilung. Rahmenkonzept und methodische Grundlagen, Bern.

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) 2004b: Instrumente zur Nachhaltigkeitsbeurteilung: Bestandesaufnahme und Orientierungshilfe, Bern.

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) 2007: Nachhaltige Entwicklung in der Schweiz. Ein Wegweiser, Bern.

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) 2007: Nachhaltigkeitsbeurteilung von Projekten in Kantonen und Gemeinden, Bern

Bundesamt für Statistik (BFS), Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) und Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) (Hrsg.) 2003: Monitoring der Nachhaltigen Entwicklung MONET. Schlussbericht Methoden und Resultate, Neuchâtel und Bern.

Bundesrat 2002: Strategie Nachhaltige Entwicklung 2002, Bern.

ecoinvent-Datenbank 2007: Primär- und Emissionsfaktoren gemäss ecoinvent 2.0

Cercle Indicateurs (Hrsg.) 2005: Kernindikatoren für die Nachhaltige Entwicklung in Städten und Kantonen. Bericht des Cercle Indicateur.

Fachstelle für Stadtentwicklung (Hrsg.) 2004: Zürich – Stadt mit Weitsicht. Nachhaltigkeitsbericht der Stadt Zürich. 21 Indikatoren zur Entwicklung 1985-2003, Zürich.

Frischknecht R., Tuchschnid M. 2008: Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, im Auftrag von Stadt ZH, BFE, SIA, Novatlantis, Zürich.

Jungbluth N., Steiner R., Frischknecht R. 2006: Graue Treibhausgas-Emissionen der Schweiz 1990-2004, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.

Lenzlinger M. 2008: Primärenergiefaktoren und THG-Koeffizienten für SIA-Energieausweis, Zürich

SIA E0216 2006: Dokumentation SIA Effizienzpfad Energie, Zürich

SIA 112/1 2006: Empfehlung nachhaltiges Bauen – Hochbau, Zürich

SIA 416/1 2007: Kennzahlen für die Gebäudetechnik, Zürich

SIA 2032 (in Bearbeitung): Merkblatt "Graue Energie", Zürich

Stadt Zürich 2006: Legislatorschwerpunkte 2006 – 2010. Ziele und Strategien für die laufende Legislatur, Zürich.

Wachter D. 2006: Kompaktwissen Nachhaltige Entwicklung. Das Konzept und seine Umsetzung in der Schweiz, Zürich/Chur.