

Kurzbericht

Ökobilanz Kraftwerk1 – 2016

Zielerreichung und Vergleich mit Durchschnitt Stadt Zürich

Auftraggeber

Hanna Schiff und Julia Hofstetter

Bau- und Wohngenossenschaft Kraftwerk1, Heinrichstrasse 241, 8005 Zürich

Verfasser

Cornelia Stettler (Projektleitung), Carbotech AG, Basel

Lea Weber (Sachbearbeitung), Carbotech AG, Basel

Anzahl Seiten: 18

Interne Referenz: 286.87

Basel, 15. Juni 2017

Inhaltsverzeichnis

1 Ausgangslage	3
2 Methodik	3
2.1 Festlegung der Zielsetzung und Systemgrenzen	4
2.2 Sachbilanz	5
2.3 Wirkbilanz	6
2.4 Bewertung	6
3 Resultate	7
3.1 Vergleich Umweltbilanz Kraftwerk1 gegenüber dem Durchschnitt Stadt Zürich	7
3.2 Beurteilung Zielerreichung 2000-Watt-Gesellschaft	8
3.3 Unsicherheit	10
4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen	11
5 Literatur	12

Anhang

A1 Wärme und Strombezug

A2 Fragebogen Umfrage

A3 Ergebnisse Umfrage

—

Dieser Bericht wurde von der Carbotech AG mit Sorgfalt erarbeitet unter Verwendung aller uns zur Verfügung stehenden, aktuellen und angemessenen Hilfsmittel und Grundlagen, dies im Rahmen der vertraglichen Abmachung mit dem Auftraggeber unter Berücksichtigung der Vereinbarung bezüglich eingesetzter Ressourcen. Die Grundlagen der Bewertungsmethode, auf welcher dieser Bericht basiert, können ändern. Danach sind die Schlussfolgerungen nicht mehr uneingeschränkt gültig und vom Auftraggeber nur noch auf eigene Verantwortung verwendbar. Aus dem Inhalt dieses Berichtes hervorgehende Veröffentlichungen, welche Resultate und Schlussfolgerungen daraus nur teilweise und nicht im Sinne des Gesamtberichtes darstellen, sind nicht erlaubt. Insbesondere dürfen solche Veröffentlichungen diesen Bericht nicht als Quelle angeben oder es darf nicht anderweitig eine Verbindung mit diesem Bericht oder der Carbotech AG hergestellt werden können. Für Forderungen ausserhalb des oben genannten Rahmens lehnen wir jegliche Verantwortung gegenüber dem Auftraggeber sowie Dritten ab. Dieser Bericht ist ausschliesslich für den Auftraggeber erstellt worden und wir übernehmen keine Verantwortung gegenüber Dritten, welche Kenntnis erlangen über diesen Bericht oder Teile davon.

1 Ausgangslage

Die Siedlungen der Bau- und Wohngenossenschaft Kraftwerk1 werden ausgehend vom Grundsatz einer nachhaltigen Lebensweise mit entsprechenden ökologischen und sozialen Zielen geplant. Bereits vor dem Bau der ersten Siedlung Hardturm wurde mit der Methode der Ökobilanzierung eine Prognose zu den Umweltwirkungen sowie zum Energiebedarf der Bewohner¹ erstellt und mit Durchschnittswerten der Schweizer Bevölkerung verglichen (Gabor Doka, 1999). Nach dem Bau wurde erstmals im Jahr 2009 die Umweltbilanz der Siedlung Hardturm analysiert und dazu bei den Bewohnern Daten zur Mobilität, zur Ernährung und zum Energiekonsum erhoben (Carbotech AG, 2009).

In der Zwischenzeit sind mit den Siedlungen Heizenholz und Zwicky Süd zwei neue Standorte dazugekommen und auch die erste Siedlung Hardturm hat sich weiter entwickelt. Aus diesem Grund wurde eine neue Analyse der Umweltbilanz und der Zielerreichung im Hinblick auf eine 2000-Watt-Gesellschaft geplant. Die dazu notwendige Datenerhebung bei den Bewohnern der Siedlungen wurde von der Bau- und Wohngenossenschaft Kraftwerk1 durchgeführt zusammen mit einer Erhebung sozialer Aspekte.

Für die Bewertung der Umweltbilanz und Zielerreichung mit der Methode der Ökobilanzierung wurde die Carbotech AG beauftragt und dazu die Umfrageergebnisse zur Mobilität, zum Einkauf Stromprodukte, zur Ernährung und Einkauf Kleider sowie Daten aus der Buchhaltung der Siedlungen verwendet. Die Carbotech AG ist weder an der Genossenschaft Kraftwerk1 beteiligt noch von dieser abhängig.

2 Methodik

Die Methode der Ökobilanzierung ist die umfassendste Methode für eine Beurteilung unterschiedlicher Umweltaspekte. Mit der Ökobilanz werden die Auswirkungen der relevanten Stoff- und Energieströme auf die Umwelt während des gesamten Lebensweges erfasst. So werden zum Beispiel beim Stromkonsum, auch die vorgelagerten Prozesse vom Abbau der Rohstoffe bis zum Konsum einschliesslich Produktion, Umwandlung und Verteilung erfasst.

Das Vorgehen der vorliegenden Ökobilanzierung orientiert sich an der ISO Norm 14'040 ISO und umfasst die nachfolgenden Schritte:

- Festlegung der Zielsetzung und Systemgrenzen
- Sachbilanz
- Wirkungsbilanz
- Interpretation und Bewertung der Ergebnisse

Die hier verwendete **AdvancedLCAcompare** ist eine Kurz-Ökobilanz, welche nur die erfahrungsgemäss relevantesten vor- und nachgelagerten Prozesse über den gesamten Lebensweg oder einen bestimmten Teil da-

¹ Der Begriff wird einfachheitshalber für beide Geschlechter verwendet.

von betrachtet und auf vorhandene Inventardaten und die Erfahrung der Carbotech zurückgreift. Die Umweltwirkungen stehen im Fokus, nicht betrachtet werden im Rahmen der Ökobilanz soziale Aspekte, welche für das Zusammenleben, den Umgang mit Umweltfragen oder die Wohnqualität relevant sind.

Bei der **AdvancedLCAcompare** werden alle Inputdaten von der Carbotech entweder selber erhoben oder deren Plausibilität überprüft. Damit kann die Carbotech gewährleisten, dass die Erstellung dieser Ökobilanz nach bestem Wissen und Gewissen durchgeführt worden ist.

2.1 Festlegung der Zielsetzung und Systemgrenzen

Zielsetzung und funktionelle Einheit

Mit der vorliegenden Ökobilanz soll die Umweltbilanz der Bewohner der verschiedenen Kraftwerk1 Siedlungen analysiert und ein Vergleich mit Durchschnittswerten der Schweiz bzw. wo vorhanden der Stadt Zürich erstellt werden. Die Bewertung der Zielerreichung orientiert sich an den Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft.

Als funktionelle Einheit wurde der „Konsum pro Bewohner und Jahr“ definiert.

Die Resultate sind zur Kommunikation nach aussen vorgesehen, daneben dienen sie als Grundlage zur internen Kontrolle der gesetzten Umweltziele sowie als Grundlagen für die Beurteilung von Verbesserungsmöglichkeiten.

Systemgrenzen, Inputdaten und Annahmen

In das System der Ökobilanz eingeschlossen sind alle als relevant betrachteten Stoff- und Energieflüsse der mit den Bewohnern der Wohnsiedlungen verbundenen Aktivitäten. Dies sind vor allem die folgenden Parameter, welche den täglichen Konsum der Bewohner umschreiben:

- Bereitstellen Energie zur Deckung des Wärmebedarfes (Heizen, Warmwasser)
- Bereitstellen Energie zur Deckung des Stromkonsums (Kochen, Waschen, Licht, Geräte, etc.)
- Mobilität der Bewohner (Transporte Arbeits-/Ausbildungsweg, Einkauf, Freizeit, Ferien)
- Produktion Nahrungsmittel (Fleisch, Milchprodukte, Getreide, Gemüse, etc.)
- Herstellung Rohstoffe für Konsumgüter (Kleider, Möbel, etc.)
- Entsorgung Siedlungsabfälle und Abwasser

Inputdaten für die Ökobilanzierung der Kraftwerk Siedlungen wurden erhoben zu den Schwerpunkten Mobilität, Energiebedarf, Fleischkonsum und Kleidereinkauf. Für einen Vergleich wurden entsprechende Durchschnittsdaten recherchiert. Abgeschätzt wurde anhand von Literaturwerten der verbleibende Konsum einschliesslich öffentlicher Infrastruktur und Dienstleistungen. Alle Prozesse wurden soweit möglich und sinnvoll von der Wiege bis zur Bahre („cradle to grave“) erfasst. Dazu wurden bestehende Datengrundlagen zu vorgelagerten Prozessen verwendet. Transporte von Gütern und Materialien wurden soweit in den verwendeten Hintergrunddaten enthalten berücksichtigt.

Für die Berechnung der Sachbilanz wurde beim bezogenen Strom der eingekaufte Strommix des Anbieters und damit beim ZH-Durchschnitt der Versorgungsmix verwendet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Bilanz des angebotenen Stromproduktes in Zürich neu optimiert wurde, indem die weniger ökologischen Produkte (Atomstrom) weiter verkauft und umgekehrt Ökostrom zugekauft wird.

2.2 Sachbilanz

Die Sachbilanz, das heisst Stoff- und Energieflüsse, wurden mit der Ökobilanz-Software SimaPro 8.3 berechnet und als Basis für die Berechnung der Wirkbilanz verwendet. Dazu wurden die erhobenen Inputdaten in Tabelle 1 mit Dateninventaren für vorgelagerte Prozesse aus ecoinvent 3.3 verknüpft (ecoinvent, 2016).

Tabelle 1: Inputdaten, Mittelwert Konsum pro Bewohner und Jahr (Analyse 2016)

Konsum pro Bewohner		Siedlungen Kraftwerk1			Vergleichsgrösse	Bemerkung
Aktivität	Einheit	Hardturm	Heizenholz	Zwicky*	Zürich/CH	
Wohnen: Wärme	kWh/Jahr % Erdgas % Erdöl % Fernwärme % Wärmepumpe	3830	2450	3390	ZH: 8300 45% 40% 15%	Erläuterung Angaben Kraftwerk1, Mittelwerte Wärme- und Stromkonsum pro Kopf, Vergleichswert Zürich gemäss ESU-Services (Jungbluth u. a., 2012). Strombezug teilweise gedeckt durch Eigenproduktion Photovoltaik. Das EWZ bietet seit 2015 ausschliesslich erneuerbare Stromprodukte (Verkauf Atomstrom und Zukauf Ökostrom). Der Fernwärmemix besteht aus 65 % Abwärme aus der Kehrlichtverbrennung, 16 % Holz, 13 % Erdgas sowie geringe Beiträge Wärmepumpen und Erdöl. Abwärme der Kehrlichtverbrennung wurde als erneuerbare Energie verbucht.
Wohnen: Strom	kWh/Jahr % Eigenprod. PV % Bezug Ökostrom % übriger Strom (Standardstrom Glattwerke mit 46% Atomkraft)	850	460	970	ZH: 1860 unbekannt 100 % -	
Wohnen: Abfall	kg/Jahr	187	187	187	CH: 187	Mittelwert Zürich gemäss gemäss ESU-Services (Jungbluth u. a., 2012)
Wohnen: Wasser	Liter/Jahr	99'800**	44'100	44'000	ZH 62'200 (Abwasser 100'000)	Wasserverbrauch der Siedlungen, Abwassermenge abgeleitet aus Angabe der Studie von ESU-Services (Jungbluth u. a., 2012).
Mobilität: Auto	km/Jahr	550	510	1130	ZH: 6280	Mittelwert private Mobilität aus der Umfrage in Siedlungen, Annahme repräsentativ für gesamte Siedlung. Angaben zum Mittelwert Zürich gemäss der Studie von ESU-Services (Jungbluth u. a., 2012). Die Umweltwirkungen des E-Bikes werden nicht separat ausgewiesen und sind über den Stromverbrauch erfasst.
Mobilität: Roller	km/Jahr	240	490	50	ZH: 30	
Mobilität: eBike	km/Jahr	60	840	330	Nicht erfasst	
Mobilität: Velo	km/Jahr	1100	950	780	Nicht erfasst	
Mobilität: Bus/Tram	km/Jahr	1310	1860	2390	ZH: 1170	
Mobilität: Zug	km/Jahr	4890	9000	6450	ZH: 1280	
Mobilität: Flüge	km/Jahr	2540	1620	4070	ZH: 2460	
Konsumgüter: Textilien	kg Kleider/Jahr kg Textilien/Jahr	5.4 4	5.7 4	8.4 4	CH: 11 CH: 4	Selbsteinschätzung Kleider Konsum der Bewohner, übrige Textilien gleichgesetzt mit Schätzwert CH
Ernährung: Fleisch & Vegetarier	kg Fleisch/Jahr %	11 17 %	12 9 %	17 13 %	CH/ZH: 52 ZH 3.2 %	Selbsteinschätzung Fleischkonsum der Bewohner, Mittelwert ZH (swissveg). Ergänzende Angabe zum Anteil Vegetarier

* Ende Jahr 2016 waren etwa 80% der Wohnungen vermietet. Bei der Berechnung des Energieverbrauches pro Kopf wurde berücksichtigt, dass leerstehende Wohnungen beheizt werden. Beim Strombezug angenommen, dass dieser ausschliesslich von der Zahl Bewohner abhängt, für die Berechnung pro Kopf wurde ein Mittelwert Mieterzahl verwendet.

** möglicherweise Wasserverbrauch Gewerbe mit erfasst

Die Inputdaten sind das Ergebnis der durchgeführten Umfragen, Datenauswertungen der Genossenschaft und Literaturrecherchen. In Tabelle 2 sind ergänzend Eckdaten der Siedlungen zusammengefasst. Der verwendete Fragebogen sowie Detailergebnisse sind im Anhang dokumentiert. Von Seite der Genossenschaft wurden im Rahmen der Umfrage weitere Informationen zu Einkaufsgewohnheiten, Verwendung von Stromsparlampen, Elektro- und Elektronikgeräte sowie Handhabungen Lüftung abgefragt.

Tabelle 2: Beschreibung Profil der Siedlungen und Rücklauf Umfragen

Kennzahl	Kraftwerk1			Bemerkung	
	Hardturm	Heizenholz	Zwicky		
Siedlungen				Auswertung nach Standorten	
Bewohner	Erwachsene	187	66	183	Neubau Zwicky 80 % vermietet Ende 2016 (daraus abgeleitet Hochrechnung Vollbelegung 215 Erwachsene und 79 Kinder, Mittlere Belegung über das ganze Jahr 172 Erwachsene und 63 Kinder)
	Kinder	61	22	67	
Wohnfläche	m ²	9250	3020	12750	Grössenordnung Gewerbe Zwicky 3 % und Hardturm 5 % Wohnfläche pro Kopf, Anteil Familien höher als Stadt ZH
	m ² /Kopf	37	34	43	
Rücklauf	Anteil	40 %	33 %	26 %	Umfrage Rücklauf der Siedlungen

2.3 Wirkbilanz

In diesem Schritt wird die Sachbilanz, Stoff und Energieflüssen bezüglich der Auswirkungen auf die Umwelt bewertet. Im Rahmen dieses Projektes wurden u. a. die folgenden Wirkungen berechnet: Treibhauspotential, nicht erneuerbare und erneuerbare energetische Ressourcen, Ozonbildungspotential, Säurebildungspotential, Eutrophierung, Ökosystembelastung.

Die einzelnen Wirkungen werden abgesehen von den Zielgrössen der 2000-Watt-Gesellschaft „Energiebedarf“ und „Treibhausgasemissionen“ nicht explizit dargestellt, sondern für eine umfassende Betrachtung sämtlicher Wirkungen eine gesamttaggregierende Bewertungsmethode verwendet (siehe Kapitel 2.4). Die berechneten Wirkungen bilden jedoch zusammen mit der gewählten Bewertungsmethode die Basis für die Beurteilung der Resultate.

Die ausgewiesene Kenngrösse der Treibhausgasemissionen werden mit der Methode gemäss IPCC aus dem Jahr 2013 berechnet (IPCC 2013). Dabei werden Emission von unterschiedlichen klimawirksamen Stoffen wie Kohlendioxid (CO₂), Lachgas (N₂O) oder Methan (CH₄) in kg CO₂-Äquivalenten umgerechnet und so zu einer Kennzahl zusammengefasst.

Der Energiebedarf wurde in Simapro implementierten ergänzten Methode des kumulierten Energiebedarfes KME von ecoinvent berechnet (ecoinvent, 2003). Der kumulierte Energiebedarf enthält den Verbrauch Primärenergie der vorgelagerten Prozesse und geht damit teilweise über den Umfang der Bilanzierung der 2000-Watt-Gesellschaft hinaus. Dies betrifft insbesondere die graue Energie von importierten Nahrungsmitteln und Konsumgütern. Für einen Vergleich mit den Zielwerten der 2000-Watt-Gesellschaft werden die Ergebnisse erneuerbare und nicht erneuerbare Primärenergie von MJ in Watt Dauerleistung umgerechnet.

2.4 Bewertung

Die Gewichtung der verschiedenen Umweltwirkungen ist von gesellschaftlichen Wertmassstäben geprägt und entsprechend mit Unsicherheiten behaftet. Es gibt eine Vielzahl von Methoden, welche die verschiedenen Auswirkungen auf die Umwelt zu einer Kenngrösse zusammenfassen. Es gibt dafür keine allgemein gültige

Methode, welche als die „Richtige“ betrachtet werden kann. In der vorliegenden Studie wurde für die in der Schweiz entwickelte Methode der ökologischen Knappheit verwendet (Frischknecht & Büsser Knöpfel S., 2013). Das Ergebnis wird dabei mit sogenannten Umweltbelastungspunkten „UBP“ ausgedrückt.

Die Bewertungsmethode widerspiegelt die Umweltpolitik der Schweiz und bewertet die verschiedenen Umweltwirkungen nach einer ‚distance-to-target‘-Methode. Für die Bewertung von Prozessen, deren Umweltbelastung ausserhalb der Schweiz erzeugt wird, gilt die Annahme, dass die relative politische Wichtigkeit der Belastungsfaktoren gleich gelagert ist wie hierzulande.

3 Resultate

3.1 Vergleich Umweltbilanz Kraftwerk1 gegenüber dem Durchschnitt Stadt Zürich

Die Gesamtumweltbelastung des Konsums der Siedlungsbewohner Kraftwerk1 im Vergleich zum Durchschnitt der Stadt Zürich ist in Abbildung 1 mit der Methode der ökologischen Knappheit dargestellt. Ergänzend analysiert wurden für eine Beurteilung der Zielerreichung der 2000-Watt-Gesellschaft im nachfolgenden Kapitel der Bedarf Primärenergie und Treibhausgasemissionen.

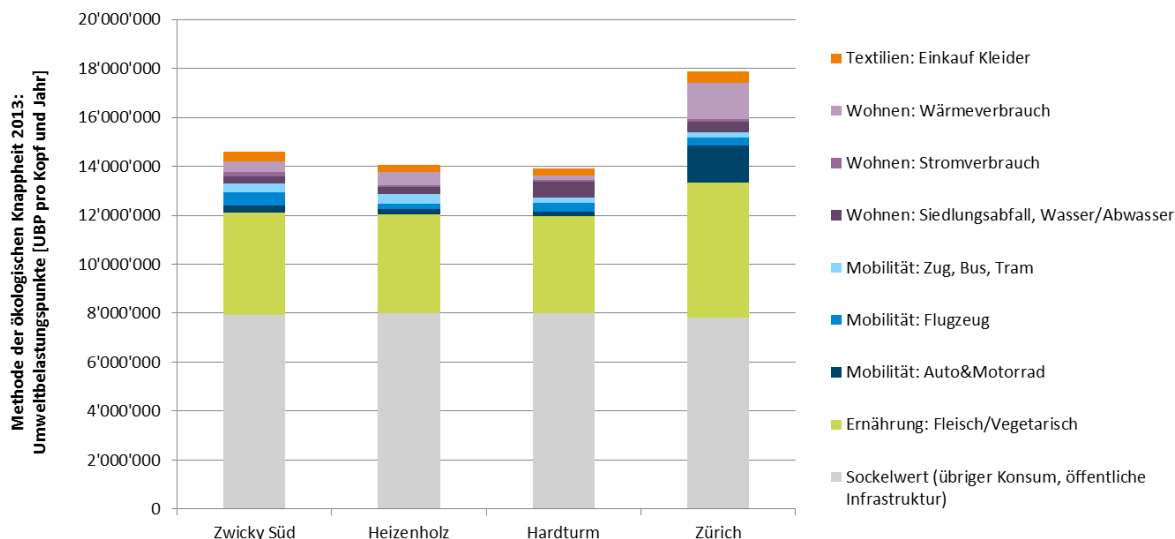


Abbildung 1: Vergleich der Umweltbilanz der Siedlungsbewohner Kraftwerk1 gegenüber der Bilanz der durchschnittlichen Zürcher Bevölkerung (Kraftwerk1 Siedlungen im Jahr 2016)

Die Umweltbelastung wurde mit der Methode der ökologischen Knappheit bewertet. Die Unsicherheit der Bilanz liegt im Bereich von 15-25 % (ohne die ergänzende Abschätzung des Sockelwertes). Wegen der Verwendung gleicher Hintergrunddaten besteht eine Abhängigkeit beim Fehler, so dass auch geringere Unterschiede relevant sein können.

Etwa die Hälfte der Umweltbelastung ist abhängig vom untersuchten täglichen Konsum der Siedlungsbewohner. Den grössten Beitrag verursacht dabei die Ernährung. An zweiter Stelle folgen Mobilität und Wohnen,

welche beide in etwa gleich viel zur Umweltbelastung beitragen. Ergänzend ausgewiesen als grauer Sockelwert ist eine grobe Einschätzung für die Bilanz des übrigen nicht erfassten Konsums. Dieser schliesst auch Aktivitäten ausserhalb des Einflussgebietes der Siedlungen ein (z.B. öffentliche Infrastruktur, Gesundheitswesen, Bildung). Dazu wurde keine vertiefte Erhebung ausgeführt und für alle Siedlungen der gleiche Sockelwert abgeleitet aus der Studie von ESU-Services (Jungbluth u. a., 2012) verwendet.

Folgende Schlussfolgerungen ergeben sich aus dem illustrierten Vergleich der Umweltwirkungen der Siedlungen gegenüber dem Durchschnitt Zürich in Abbildung 1:

- Die Umweltbelastung im untersuchten direkten Einflussbereich liegt etwa 40 % tiefer bei den Bewohnern der Siedlungen Kraftwerk1 im Vergleich zum Mittelwert der Bevölkerung der Stadt Zürich.
- Eine relevante Reduktion der Umweltwirkung wird erzielt mit dem von der Genossenschaft angestrebten Verzicht auf ein Auto und dem geringeren Wärmebedarf der Bauten. Dabei spielt auch die Wahl erneuerbarer Energieträger bzw. Abwärme aus der Kehrlichtverbrennung eine Rolle (bei der Siedlung Heizholz wird derzeit noch Heizöl verwendet, ein Wechsel wird angestrebt).
- Gemäss der Selbsteinschätzung der Bewohner sind auch im Bereich der Ernährung und Konsumgüter die Umweltwirkungen im Vergleich geringer. Der Konsum Fleisch und Kleider wird gemäss der ausgeführten Umfrage relevant tiefer eingeschätzt (siehe Tabelle 1).
- Der Stromversorger EWZ der Stadt Zürich bietet seit 2015 nur erneuerbare Stromprodukte an, damit sind die Umweltwirkungen in diesem Bereich allgemein auf einem tiefen Niveau. Positiv zu erwähnen ist bei den Siedlungen Kraftwerk1 die Eigenproduktion Photovoltaik (es wurde keine Gutschrift für den verkauften Strom verrechnet, dieser ist im EWZ Mix enthalten und wird dem Käufer angerechnet).

Die Unsicherheit der Gesamtbilanz Bilanz liegt im Bereich von etwa 15-25 % (ohne Sockelwert). Der Unterschied der Siedlungen Kraftwerk1 im Vergleich zum Zürcher Durchschnitt ist mit einer rund 40 % geringeren Umweltbelastung im direkten Einflussbereich signifikant. Es besteht wegen der Verwendung gleicher Hintergrunddaten eine Abhängigkeit beim Fehler, so dass in einzelnen Kategorien auch geringere Unterschiede relevant sein können.

3.2 Beurteilung Zielerreichung 2000-Watt-Gesellschaft

Unter der 2000-Watt-Gesellschaft wurden folgende Ziele für den Absenkpfad Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen festgelegt:

- 2000 Watt Dauerleistung pro Person, Stufe Primärenergie (rund 1500 Watt sollen beim Zielwert für das Jahr 2100 durch erneuerbare Energieträger abgedeckt werden)
- 1 Tonne CO₂-Äquivalente pro Person und Jahr

Der Umfang der Ökobilanzierung geht mit der Betrachtung vorgelagerten Prozesse im Ausland teilweise über die Betrachtung der 2000-Watt-Gesellschaft hinaus. Dies betrifft insbesondere die Graue Energie in importierten Nahrungsmitteln und Konsumgütern und damit verbundene CO₂ Emissionen der vorgelagerten Produktion. Dies führt vor allem beim Sockelwert und der Ernährung zu deutlich höheren Ausgangswerten.

Abbildung 2 zeigt die mit der Ökobilanzierung bestimmte Bilanz der Kraftwerk1 Siedlungen für die Primärenergie in Watt Dauerleistung. Abbildung 3 zeigt das Resultat für den Aspekt der Treibhausgasemissionen mit der Angabe in CO₂-Äquivalenten. Gegenüber dem Durchschnitt der Stadt Zürich werden rund 1300 bis 1900 Watt eingespart und dabei etwa 3.3 bis 3.7 Tonnen CO₂-Äquivalente reduziert. Massgebend sind dabei der Verzicht auf das Auto, der geringere Wärmebedarf und der Einsatz erneuerbarer Energieträger. Daneben ist ergibt sich eine Reduktion der Umweltbelastung mit dem geringeren Fleisch- und Kleiderkonsum.

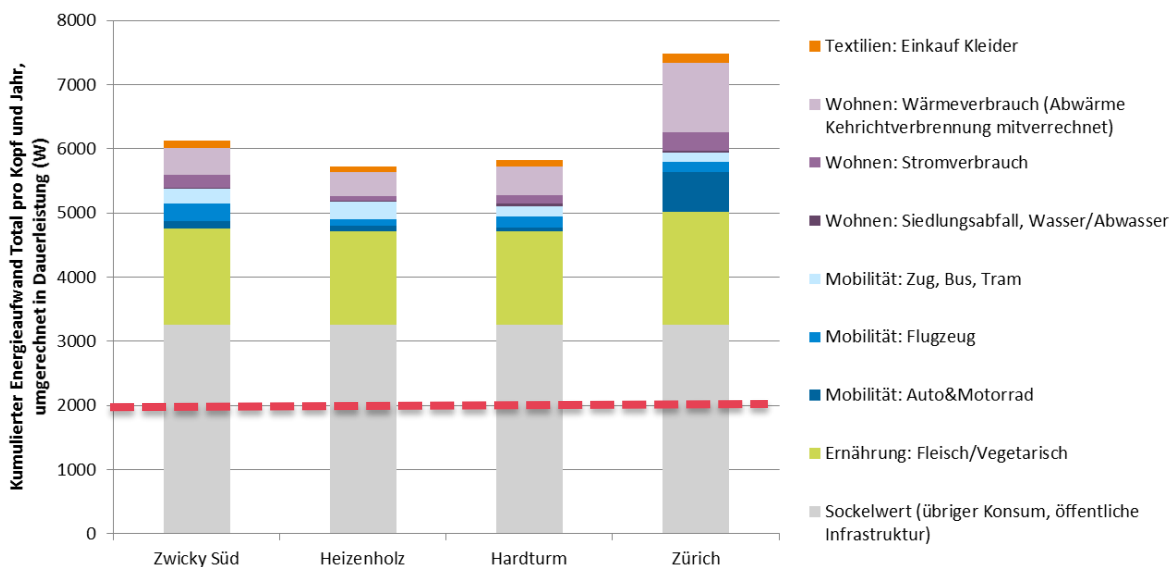


Abbildung 2: Beitrag der Siedlungen Kraftwerk1 zur Zielerreichung der 2000-Watt-Gesellschaft. Der Zielwert für das Jahr 2100 ist markiert mit der roten Linie bei 2000 Watt.

Die Unsicherheit der Bilanz liegt im Bereich von 15-25 % (Bilanz ohne Sockelwertes). Wegen der Verwendung gleicher Hintergrunddaten besteht eine Abhängigkeit beim Fehler, so dass auch geringere Unterschiede relevant sein können.



Abbildung 3: Beitrag der Siedlungen Kraftwerk1 zur Zielerreichung Reduktion Treibhausgasemissionen der 2000-Watt-Gesellschaft. Der Zielwert für das Jahr 2100 ist markiert mit der roten Linie bei 1 Tonne CO₂-Äquivalentien.

Die Unsicherheit der Bilanz liegt im Bereich von 15-25 % (Bilanz ohne Sockelwert). Wegen der Verwendung gleicher Hintergrunddaten besteht eine Abhängigkeit beim Fehler, so dass auch geringere Unterschiede relevant sein können.

Insgesamt ergibt sich für die Teilaspekte Energie und Treibhausgase ein ähnliches Fazit wie bei der Betrachtung der Gesamtumweltwirkung in Kapitel 3.1. Bei der Betrachtung der CO₂-Äquivalente fallen jedoch die Beiträge Mobilität und Wohnen aufgrund der eingesetzten fossilen Brennstoffe stärker ins Gewicht. Geplant ist bei der Kraftwerk1 Siedlung Heizenholz eine Umstellung von Heizöl auf Holz, damit wird auch in diesem Fall das CO₂ für Heizen und Warmwasser weiter reduziert.

Die nachfolgende Zusammenstellung zeigt die Zielerreichung der 2000-Watt-Gesellschaft für einzelne Bereiche der Kraftwerk Siedlungen. Im Bereich Wohnen und Mobilität wird die Grössenordnung der Zielgrösse des Bundesamtes für Energie (BFE) erreicht. Die Systemgrenze der Ökobilanz schliesst anders als die BFE Angabe auch importierte Graue Energie mit ein. Damit ist im Bereich der Ernährung die Ökobilanz viel umfassender und das Resultat nicht direkt vergleichbar mit der Zielgrösse des BFE. Eine Aussage zur Zielerreichung ist für die Ernährung nicht möglich und das Resultat deshalb in Klammern aufgeführt.

Tabelle 3: Bilanz Zielerreichung Primärenergie in unterschiedlichen Bereichen

Beim Wohnen und bei der Mobilität liegt die Bilanz der Kraftwerk1 Siedlungen im Bereich der Zielwerte, die Werte Ernährung und übriger Konsum und öffentliche Infrastruktur sind nicht direkt vergleichbar.

	Ausgangswert BFE	Zielgrösse BFE	Siedlungen Kraftwerk1			Vergleich	Fokus der Analyse
	Inland CH	Inland CH	Hardturm	Heizenholz	Zwicky	Stadt Zürich	Einflussfaktoren
Wohnen [Watt]	1800	500	455 (inkl. Abwärme KVA)	465	645	1400	Baustandard geringer Heizbedarf MJ/m ² , Wahl Energieträger, Nutzung Abwärme, Wohnfläche pro Kopf, Eigenproduktion Strom
Mobilität [Watt]	1700	450	395	455	620	920	Verzicht Auto, Förderung ÖV und Velo/E-Bike
Ernährung [Watt]	750	250	(1445)	(1460)	(1490)	(1760)	Anteil Fleischkonsum Angabe nicht direkt vergleichbar mit BFE Werten
Übriger Konsum:	Datengrundlagen nicht ausreichend für eine vertiefte Analyse und einen Vergleich						

Die neue Siedlung Zwicky zeigt tendenziell einen höheren Primärenergiebedarf als die beiden anderen Siedlungen. Zu erwähnen ist dabei jedoch der hohe Anteil erneuerbarer Energie zur Deckung des Energiebedarfes (siehe Details Tabelle 1). Diese Siedlung war zum Zeitpunkt der Datenerhebung nicht voll vermietet und es mussten Abschätzungen für den Heizbedarf der leer stehenden Wohnungen getroffen werden. Bei der Umfrage zur Mobilität resultieren für die Siedlung Zwicky etwas längere Fahrdistanzen und einen höheren Anteil an Autofahrten im Vergleich zu den übrigen Siedlungen.

3.3 Unsicherheit Inputdaten

Die Unsicherheit der via Abrechnung erhobenen Angaben zum Wärmebezug, Stromkonsum und Abwasser wird als gering eingeschätzt. Unsicherheiten ergeben sich mit der Umrechnung pro Kopf und dem Abzug für den Anteil Gewerbe. Die im Rahmen der Umfragen erhobenen mittleren Fahrdistanzen der Mobilität sind vergleichbar mit früheren Erhebungen und das Total der zurückgelegten Distanz ist ähnlich wie beim Durchschnitt Zürich. Die Daten werden als plausibel betrachtet. Die Selbsteinschätzung kg Fleischkonsum und kg Kleider liegt deutlich unter dem Vergleichswert Zürich und unter dem Wert der letzten Erhebung (Erhebung Vorstudie über Zahl Fleischmahlzeiten, aktuelle Erhebung über Einschätzung kg Fleisch). Die Unsicherheit wird aufgrund dieser Differenz als eher hoch eingeschätzt.

Bei allen Angaben der Umfragen wird angenommen, dass diese repräsentativ für die gesamte Siedlung sind. Grössere individuelle Abweichungen können nicht ausgeschlossen werden.

4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Ökobilanzierung zeigt den Beitrag der Kraftwerk1 Siedlungen zur Erreichung der Zielwerte der 2000-Watt-Gesellschaft. Insbesondere im Bereich der Mobilität und Wohnen können mit der Planung und Gestaltung der Siedlungen relevante Beiträge zur Reduktion der Umweltwirkungen geleistet und damit die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft erreicht werden. Tendenziell liegt der Primärenergiebedarf beim Neubau Siedlung Zwicky etwas höher. Die Siedlung ist jedoch noch nicht voll vermietet.

Auf den Aspekt der Ernährung und den übrigen Konsum hat die Gestaltung der Siedlungen einen weniger direkten Einfluss. Erhoben wurde als Indikatoren für die Ernährung der Konsum Fleisch und stellvertretend für weitere Konsumgüter der Konsum Kleider. Gemäss den Ergebnissen der Umfrage sind die Bewohner der Siedlungen umweltfreundlicher unterwegs als der Durchschnitt der Stadt Zürich. Der Vorteil der gezielten Ansiedelung von Gewerbe und Wohnungen unter einem Dach kann nicht direkt beziffert werden. Für eine Beurteilung der Vorteile kurzer Wege oder der Förderung Angebote lokaler und saisonaler Produkte fehlen Datengrundlagen und andererseits klare Zielgrössen für diesen Bereich.

Es wird im Hinblick auf weitere Auswertungen empfohlen, konkrete Zielwerte für die einzelnen Siedlungen festzulegen und die entsprechenden Kenngrössen für eine Zeitreihe systematisch zu erheben. Vorgeschlagen wird dazu der folgende Fokus.

Jahresbilanz Daten aus der Buchhaltung:

- Wärmebedarf kWh/m² und kWh/Person, Typ Energieträger
- Stromverbrauch kWh/Person, Typ Stromprodukt
- Fläche m²/Kopf, Anteil Kinder

Jahresbilanz Daten aus Umfragen:

- Mobilität km/Person nach Fahrzeugkategorien
- Ernährung kg Fleisch oder Anzahl Fleischmahlzeiten (Art und Qualität der Erhebung überprüfen)
- Ergänzende Kenngrössen nach Bedarf

5 Literatur

Carbotech AG. (2009). Ökobilanz Kraftwerk1, Umweltwirkungen und Energieverbrauch im Vergleich zum CH-Durchschnitt.

ecoinvent. (2016). *ecoinvent 2016: Version 3.3*.

Frischknecht, R., & Büsser Knöpfel S. (2013). *Ökofaktoren Schweiz 2013 gemäss der Methode der Ökologischen Knappheit - Methodische Grundlagen und Anwendung auf die Schweiz* (No. 1330) (S. 256). Bern: Bundesamt für Umwelt.

Gabor Doka. (1999). Ökobilanz Kraftwerk1, Prognose Umweltwirkungen und Energieverbrauch.

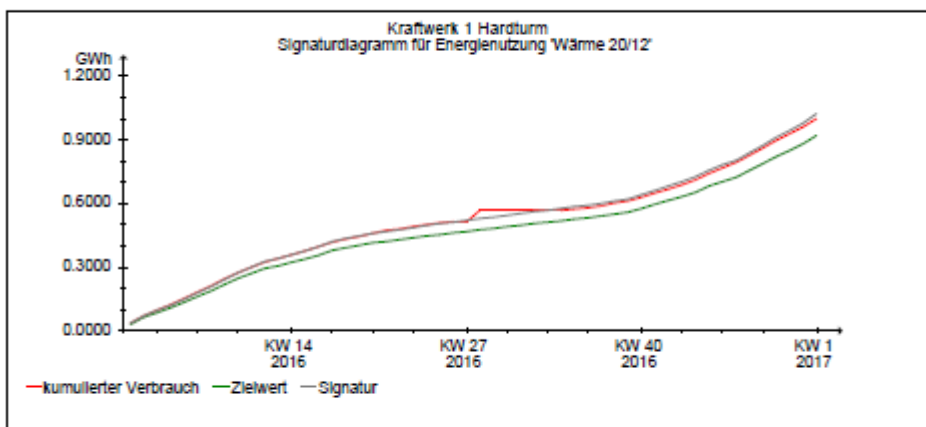
IPCC. (2013). *Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Abgerufen von www.climatechange2013.org

Jungbluth, N., Itten, R., & Stucki, M. (2012). Umweltbelastungen des privaten Konsums und Reduktionspotenziale. *ESU-services Ltd. im Auftrag des BAFU, Uster, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/projects/lifestyle*. Abgerufen von <http://esu-services.ch/fileadmin/download/jungbluth-2012-Reduktionspotenziale-BAFU.pdf>

Anhang

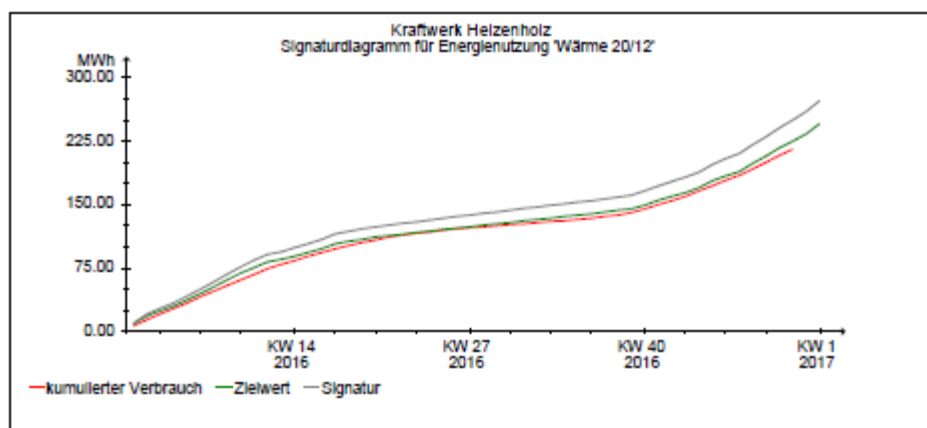
A1 Wärme und Strombezug

energo
Energie-Effizienz für Gebäude

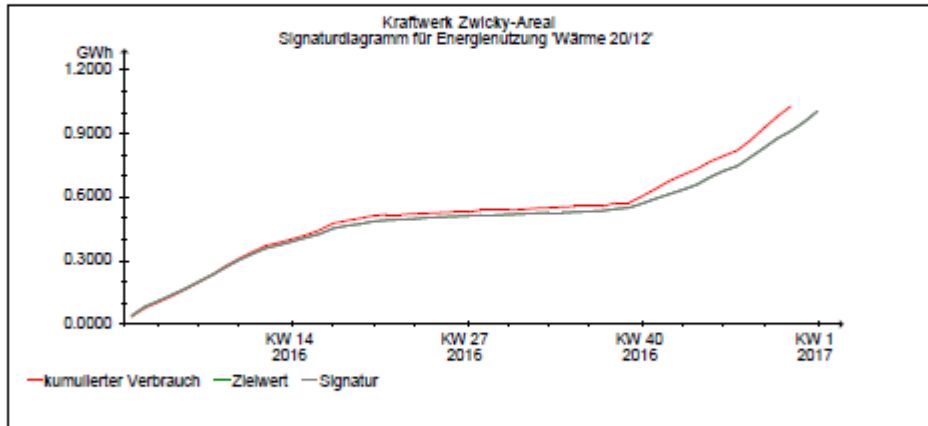


Erwarteter Verbrauch laut Signatur:	1'022'753.2 kWh
Zielverbrauch:	920'477.8 kWh
Tatsächlicher Verbrauch:	999'806.0 kWh
Abweichung Verbrauch - Signatur:	- 22'947.2 kWh
Abweichung Verbrauch / Signatur:	- 2.2 %

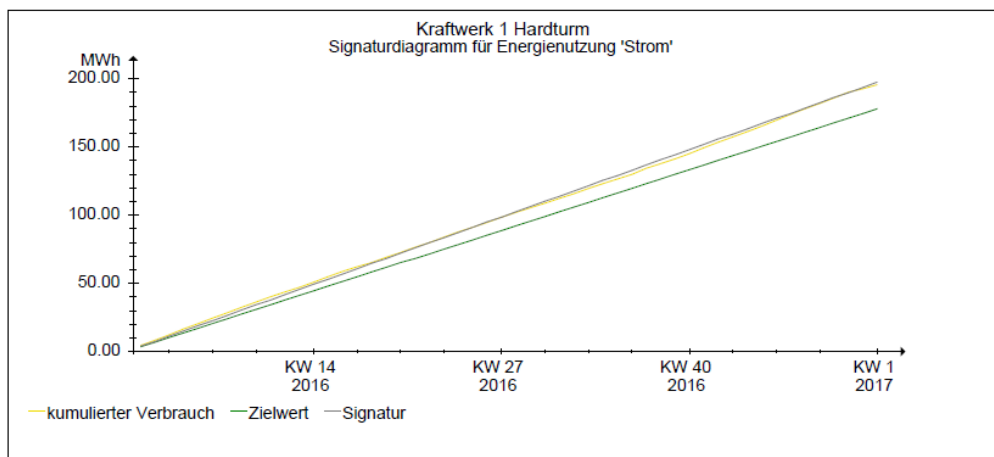
energo[®]
Energie-Effizienz für Gebäude



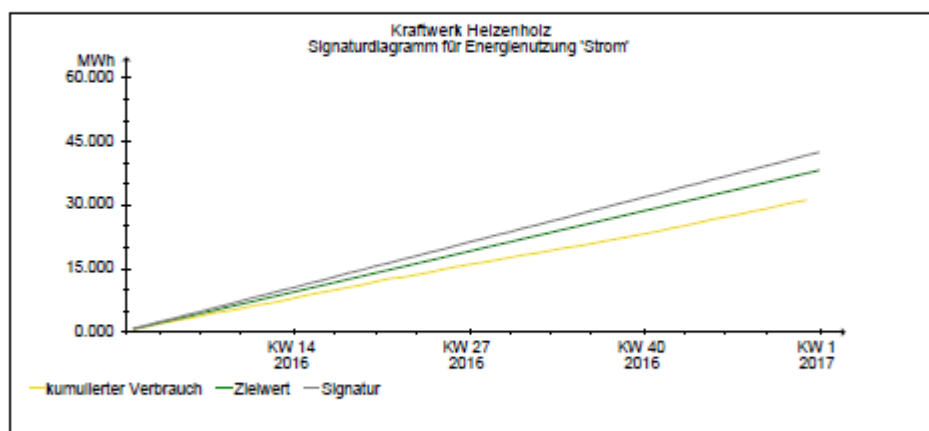
Erwarteter Verbrauch laut Signatur:	272'824.0 kWh
Zielverbrauch:	245'541.6 kWh
Tatsächlicher Verbrauch:	215'484.8 kWh
Abweichung Verbrauch - Signatur:	- 57'339.1 kWh
Abweichung Verbrauch / Signatur:	- 21.0 %



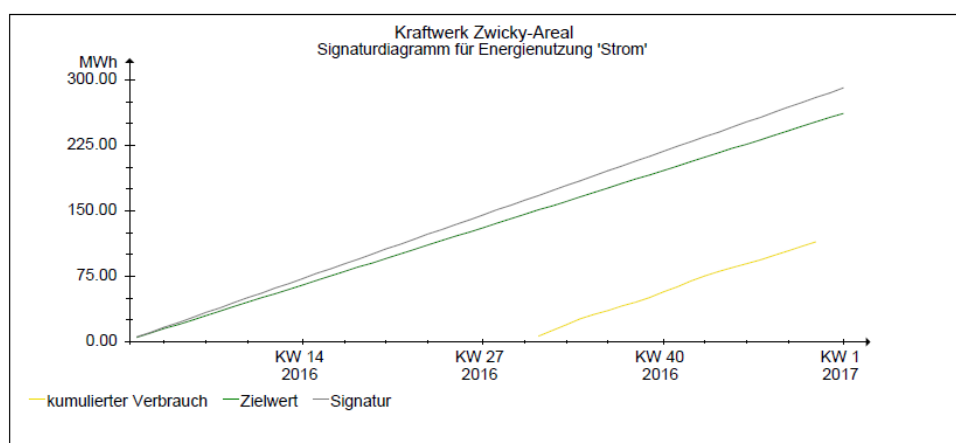
Erwarteter Verbrauch laut Signatur:	1'006'166.8 kWh
Zielverbrauch:	1'006'166.8 kWh
Tatsächlicher Verbrauch:	1'028'880.9 kWh
Abweichung Verbrauch - Signatur:	+ 22'714.1 kWh
Abweichung Verbrauch / Signatur:	+2.3 %



Erwarteter Verbrauch laut Signatur:	197'523.8 kWh
Zielverbrauch:	177'771.4 kWh
Tatsächlicher Verbrauch:	195'520.0 kWh
Abweichung Verbrauch - Signatur:	- 2'003.8 kWh
Abweichung Verbrauch / Signatur:	- 1.0 %



Erwarteter Verbrauch laut Signatur:	42'516.1 kWh
Zielverbrauch:	38'264.5 kWh
Tatsächlicher Verbrauch:	31'162.7 kWh
Abweichung Verbrauch - Signatur:	- 11'353.5 kWh
Abweichung Verbrauch / Signatur:	- 26.7 %



Erwarteter Verbrauch laut Signatur:	291'200.0 kWh
Zielverbrauch:	262'080.0 kWh
Tatsächlicher Verbrauch:	114'371.2 kWh
Abweichung Verbrauch - Signatur:	- 176'828.8 kWh
Abweichung Verbrauch / Signatur:	- 60.7 %

Zwicky nicht voll vermietet. Geringerer Stromverbrauch bedingt durch Mieterstand (Räume beheizt). Bilanz Strombezug ab Netz 165'140 kWh, Eigenverbrauch PV Anlage 121'987 kWh.

Kraftwerk1 Zwicky Süd				
PV Stromerzeugung + Verbrauch				
Monat	BE NETZ	Produktion kWh	Eigenverbrauch	Netz
	total	total	total	total
2016	165'140	165'946	121'987	43'679

A2 Fragebogen Umfrage

Dargestellt sind nachfolgend diejenigen Fragen, welche mit der Methode der Ökobilanzierung ausgewertet wurden.

Mobilität

Wieviele Kilometer legst du mit Motorfahrzeugen pro Woche im Durchschnitt zurück?

	Anzahl Kilometer	Typ/Fahrzeugmarke
Auto	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Motorrad / Roller	<input type="text"/>	<input type="text"/>

[]Wieviele Kilometer legst du anderen Verkehrsmitteln pro Woche im Durchschnitt zurück?

	Anzahl Kilometer
e-Bike	<input type="text"/>
Fahrrad	<input type="text"/>
Bus/Tram	<input type="text"/>
Zug	<input type="text"/>

[]

Wie viele Stunden bist du innerhalb der letzten drei Jahre durchschnittlich pro Jahr für private Zwecke mit dem Flugzeug geflogen?

*

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Ernährung

Wieviel Fleisch isst du pro Woche?

*

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ich lebe vegetarisch
- 120g (ungefähr eine Portion pro Woche)
- 240g
- 360g
- 480g
- 600g
- Mehr als 600g

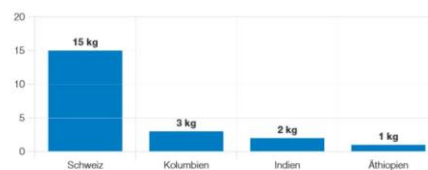
Kleider

[] Die Bewohner_innen der Schweiz kaufen im weltweiten Vergleich sehr viele Kleider pro Jahr und Person. Deshalb: Wieviele neue Textilien kaufst du pro Jahr?

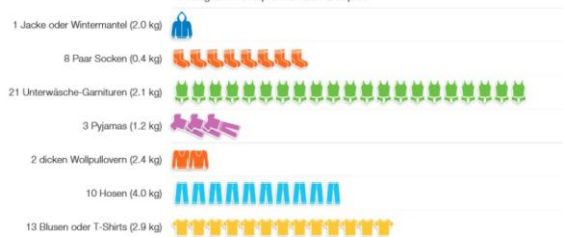
*

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Zwischen 2 und 4 Kilogramm Kleider
- Zwischen 4 und 8 Kilogramm Kleider
- Zwischen 8 und 15 Kilogramm Kleider
- Zwischen 15 und 20 Kilogramm Kleider
- Zwischen 20 und 40 Kilogramm Kleider
- Keine oder ich kaufe alles Second Hand



15 Kilogramm entsprechen zum Beispiel:



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Swissaid, Fastenopfer, Brot für alle, Helvetas, Caritas und Heks

Du erhältst jährlich von der ewz bzw. von den Glattwerken eine individuelle Stromabrechnung. Lies bitte darauf ab, wieviel Strom pro Jahr in eurer Wohnung verbraucht wird. (Diese Angabe brauchen wir pro Wohnung nur von einer einzigen Person). - Falls du die nicht mehr findest, lasse dieses Feld bitte leer.

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[] Welches Stromprodukt kaufst du zusätzlich zum Strom, der auf unseren Dächern produziert wird, ein?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:
Antwort war 'der Siedlung Hardturm' oder 'Heizenholz' bei Frage '1 [A10]' (Ich wohne in ...)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- ewz basis (100% erneuerbare Energieträger)
- ewz solartop, naturemade star
- ewz.ökopower,naturemade star
- ewz.letten, naturemade star

[] Welches Stromprodukt kaufst du zusätzlich zum Strom, der auf unseren Dächern produziert wird, ein?

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:
Antwort war 'Zwicky Süd' bei Frage '1 [A10]' (Ich wohne in ...)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Standardstrom Glattwerk (46 % Atomstrom, 50% Wasserkraft, übrige erneuerbare Energien: 4%)
- naturemade basis (90% Wasser naturemade basic, 5% Solarenergie naturemade star, 5% Biomasse naturemade star)
- naturemade star (50% Wasserkraft naturemade star, 20% Solarenergie naturemade star, 15% Windenergie naturemade star, 15% Biomasse naturemade star)

A3 Ergebnisse Umfrage

Die folgenden Mittelwerte wurden anhand der Umfrage berechnet und für die Ökobilanzierung verwendet.

Teilnehmer Umfrage

	Anzahl Teilnehmer	Rücklaufquote	Bemerkungen	
Hardturm	75.0	0.4		Stromprodukt: 13 Personen ohne Angabe
Heizenholz	22.0	0.3	Mobilität: 1 Person unvollständig (nur Flug)	Stromprodukt: 6 Personen ohne Angabe
Zwicky Süd	47.0	0.3	Mobilität: 2 Personen unvollständig (nur F)	Stromprodukt: 9 Personen ohne Angabe
Kraftwerk1	144.0	0.3	Mobilität: 3 Personen unvollständig (nur Flüge)	

Mobilität

Mittelwerte Mobilität pro Jahr in km

	Auto	Roller	eBike	Fahrrad	Bus/Tram	Zug	Flug km privat/Jahr
Hardturm	551	243	56	1102	1306	4888	2535
Heizenholz	513	486	844	948	1857	9001	1617
Zwicky Süd	1129	46	329	776	2388	6454	4071
Durchschnitt Kraftwerk1	733	215	261	975	1734	6000	2896

Kleider

Mittelwert Kleider

	Durchschnitt pro Person (kg/Jahr)
Hardturm	5.4
Heizenholz	5.7
Zwicky Süd	8.4
Durchschnitt Kraftwerk1	6.4

Ernährung

Mittelwerte Fleischkonsum in g pro Woche

	Durchschnitt in g/Woche	=Mahlzeiten à 120 g
Hardturm	203	1.69
Heizenholz	229	1.91
Zwicky Süd	324	2.70
Durchschnitt Kraftwerk1	247	2.06

Stromprodukte

	Stromprodukt	Anteil
Hardturm	ewz basis (100% erneuerbare Energieträger)	45.3%
	ewz solartop, naturemade star	4.0%
	ewz.letten, naturemade star	2.7%
	ewz.ökopower,naturemade star	30.7%
	Leer (wird zu ewz basis dazugerechnet)	17.3%
Heizenholz	ewz basis (100% erneuerbare Energieträger)	27.3%
	ewz solartop, naturemade star	13.6%
	ewz.ökopower,naturemade star	31.8%
	Leer (wird zu ewz basis dazugerechnet)	27.3%
Zwicky Süd	naturemade basis (90% Wasser naturemade basic, 5% Solarenergie naturemade star, 5% Biomasse nat)	12.8%
	naturemade star (50% Wasserkraft naturemade star, 20% Solarenergie naturemade star, 15% Windener)	12.8%
	Standardstrom Glatzwerk (46 % Atomstrom, 50% Wasserkraft, übrige erneuerbare Energien: 4%)	55.3%
	Leer (wird zu Standardstrom Glatzwerk dazugerechnet)	19.1%