

Primärenergiefaktoren von Sonnenkollektoren

Version 2.0, 16. Dezember 2010

ausgearbeitet durch

Matthias Stucki

Niels Jungbluth

im Auftrag des

Amt für Hochbauten der Stadt Zürich

Uster, Dezember 2010

Bericht

ESU-services Ltd.
Rolf Frischknecht
Niels Jungbluth
Sybille Büsser
Amélie Orthlieb
Matthias Stucki
www.esu-services.ch

Kanzleistrasse 4
T +41 44 940 61 91
T +41 44 940 61 32
T +41 44 940 61 35
T +41 44 940 61 38
T +41 44 940 67 94
F +41 44 940 61 94

CH - 8610 Uster
frischknecht@esu-services.ch
jungbluth@esu-services.ch
buesser@esu-services.ch
orthlieb@esu-services.ch
stucki@esu-services.ch

Impressum

Titel	Primärenergiefaktoren von Sonnenkollektoren
Autoren	Matthias Stucki & Niels Jungbluth ESU-services Ltd. Kanzleistrasse 4, 8610 Uster Tel. +41 44 940 67 94, Fax +41 44 940 61 94 stucki@esu-services.ch www.esu-services.ch
Kunde	Amt für Hochbauten der Stadt Zürich
Steering Group	Heinrich Gugerli (Amt für Hochbauten, Fachstelle nachhaltiges Bauen), Jürg Marti (Marti Energietechnik), Felix Schmid (Stv. Energiebeauftragter der Stadt Zürich), Toni Püntener (Gesundheits- und Umweltdepartement der Stadt Zürich), Maik Brünig (Ernst Schweizer AG, Metallbau)
Urheberrecht	Soweit nicht anders vermerkt bzw. direkt vereinbart sind sämtliche Inhalte in diesem Bericht urheberrechtlich geschützt. Das Kopieren oder Verteilen des Berichts als Ganzes oder in Auszügen, unverändert oder in veränderter Form bedarf der Zustimmung von ESU-services GmbH. Ebenso bedarf das Bereitstellen des Berichts oder Teilen davon zum Download auf Websites ausserhalb www.esu-services.ch der Zustimmung von ESU-services GmbH.
Haftungsausschluss	Die Informationen und Schlussfolgerungen in diesem Bericht wurden auf Grundlage von als verlässlich eingeschätzten Quellen erhoben. ESU-services GmbH und die Autoren geben keine Garantie bezüglich Eignung, oder Vollständigkeit der im Bericht dargestellten Informationen. ESU-services GmbH und die Autoren lehnen jede rechtliche Haftung für jede Art von direkten, indirekten, zufälligen oder Folge-Schäden oder welche Schäden auch immer, ausdrücklich ab.
Inhaltliche Verantwortung	Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.
Version	352_PEF_Sonnenkollektorenv2.0, 17.12.2010 14:18:00

Inhalt

1	EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	1
1.1	Übersicht und Datenbasis	1
1.2	Bezugsgrösse.....	1
1.3	Systemgrenzen	1
2	SACHBILANZEN	2
3	PRIMÄRENERGIEFAKTOREN UND UMWELTINDIKATOREN	2
4	LITERATUR	7

1 Einleitung und Fragestellung

Die Stadt Zürich hat die Ziele der 2000 Watt Gesellschaft in ihrer Gemeindeordnung verankert. Der heutige und der zukünftige Gebäudepark und die Bereitstellung der Betriebsenergie in den Gebäuden sind zwei wichtige Bereiche dieser Strategie.

Im Rahmen der Erarbeitung von Grundlagen zur Quantifizierung des Primärenergiebedarfs von Gebäuden aktualisierten Stucki & Jungbluth (2010) die ecoinvent Sachbilanzdaten der Sonnenkollektoren.

Die bisher mit dem ecoinvent Datenbestand vertriebenen Sachbilanzdaten wurden von der ESU-services GmbH im Jahr 2000-2003 erarbeitet (Jungbluth 2003).

Die Sachbilanzdaten berücksichtigen verschiedene Deckungsgrade und den Materialverbrauch. Diese Aspekte haben einen Einfluss auf die Umweltbelastungen der Herstellung von Kollektoren.

Für die Umsetzung der 2000W-Gesellschaft in der Stadt Zürich werden Faktoren zum Kumulierten Energieaufwand (Primärenergiefaktoren), zu den Treibhausgasemissionen gemäss IPCC (2007) und zu den Umweltbelastungspunkten 2006 (Frischknecht et al. 2008) von Wärme aus Sonnenkollektorsystemen benötigt. Diese Faktoren sowie eine Beschreibung der verwendeten Datensätze und Annahmen befinden sich in diesem Bericht. Die zusammenfassende Tabelle mit allen Faktoren befindet sich auf Seite 3 (Tab. 3.1).

1.1 Übersicht und Datenbasis

Als Basis für die Auswertungen dienen die von Stucki & Jungbluth (2010) aktualisierten Sachbilanzinventare der Sonnenkollektoren in ecoinvent sowie der ecoinvent Datenbestand v2.2 (ecoinvent Centre 2010).

Die Auswertung erfolgt mit der Software SimaPro 7.2 von Pré (PRé Consultants 2010).

1.2 Bezugsgrösse

Die Ergebnisse beziehen sich einerseits auf einen Quadratmeter Kollektoranlage und andererseits auf 1 MJ erneuerbare Wärme, welche vom Sonnenkollektor in das Heizungssystem des Gebäudes geliefert wird.

1.3 Systemgrenzen

Die Ergebnisse pro m² umfassen die Herstellung, Montage und Entsorgung des Systems inkl. Kollektor, Speicher, Pumpe, Wärmeträgerflüssigkeit, Expansionsgefäss und Leitungen. Der Betrieb der Anlage ist nicht berücksichtigt.

Die Faktoren pro MJ beziehen sich auf die vom Sonnenkollektor an das Verteilnetz eines Gebäudes gelieferte Energie. Dabei wurden nebst der Herstellung und Entsorgung der Anlage auch der Betrieb und die Verluste bis zum Ausgang des Warmwasserspeichers berücksichtigt. Nicht berücksichtigt sind die Verluste im Heizungssystem und der dortige Energiebedarf zum Pumpen.

2 Sachbilanzen

Die Datensätze in Tab. 2.1 stellen Sachbilanzinventare dar, welche von Stucki & Jungbluth (2010) neu zusammengestellt wurden und die bestehenden Datensätze imecoinvent Datenbestand v.2.2 ersetzen.

Es wird die solare Wärme ab Warmwasserspeicher bilanziert. Der zugrunde liegende Materialmehraufwand gegenüber einer konventionellen Referenzanlage wird mitberücksichtigt. Jedoch wird beim Warmwasserspeicher der Anteil, der bei einer konventionellen Referenzanlage auch gebraucht würde, nicht berücksichtigt. Zirkulations- und Leitungsverluste nach Ausgangsspeicher werden nicht betrachtet.

Tab. 2.1 Übersicht der Datensätze "Solare Wärme: erneuerbar am Gebäudestandort"; CH: Schweiz

Kollektor	Name des Datensatzes von Stucki & Jungbluth (2010) , bzw. imecoinvent Datenbestand	Lokalität
12 m ² Cu-Kollektoranlage, EFH, für RH und WW	heat, at 12 m2 Cu collector, one-family house, for combined system	CH
20 m ² Cu-Kollektoranlage, auf Schrägdach, für Warmwasser	heat, at 20 m2 Cu collector, multiple dwelling, slanted roof, for hot water	CH
30 m ² Al-Cu-Kollektoranl., auf Schrägdach, für Warmwasser	heat, at 30 m2 Al-Cu collector, multiple dwelling, slanted roof, for hot water	CH
30 m ² CU-Kollektoranlage, auf Flachdach, für Warmwasser	heat, at 30 m2 Cu collector, multiple dwelling, flat roof, for hot water	CH
30 m ² Cu-Kollektoranlage, auf Schrägdach, für Warmwasser	heat, at 30 m2 Cu collector, multiple dwelling, slanted roof, for hot water	CH
5 m ² Kollektoranlage, EFH, für Warmwasser	heat, at 5 m2 Cu collector, one-family house, for hot water	CH
81 m ² Cu-Kollektoranlage, MFH, für Warmwasser	heat, at 81 m2 Cu collector, multiple dwelling, for hot water	CH
10.5 m ² Vakuumröhrenkollektor, Einfamilienhaus, für RH und WW	a) heat, at 10.5 m2 evacuated tube collector, heat pipe, one-family house, for combined system b*) heat, at 10.5 m2 evacuated tube collector, glass-glass tube, one-family house, for combined system	CH

* wird mit einem Heat-Pipe-Röhrenkollektorsystem angenähert mit einer angepassten Lebensdauer von 25 auf 20 Jahre

3 Primärenergiefaktoren und Umweltindikatoren

Die ausgewerteten Primärenergiefaktoren und Umweltindikatoren sind in Tab. 3.1 aufgeführt und in Fig. 3.1, Fig. 3.2 und Fig. 3.3 graphisch dargestellt. In Tab. 3.1 zeigt sich, dass mit zunehmender Grösse der Anlage die Umweltbelastung pro m² sinkt, da verhältnismässig weniger Infrastrukturmaterial (Speicher, Leitungen etc.) benötigt wird. Fig. 3.2 zeigt, dass der Hauptteil der Umweltbelastung aus dem Sonnenkollektorsystem (Anteil 69 % - 77 %) und dem Stromverbrauch (12 % - 24 %) stammen und die Servicetransporte (kleiner als 3 %) und die Sonneneinstrahlung (5 % - 12 %) weniger wichtig sind.

3. Primärenergiefaktoren und Umweltindikatoren

Tab. 3.1 Primärenergiefaktoren und Umweltindikatoren pro m² Sonnenkollektorfläche (ohne Betrieb) und pro MJ Wärme von Sonnenkollektorsystemen

Ausgang Energiewandler

Anlagegrösse				Bezugsgrösse	Primärenergiefaktor total [MJ- \dot{e} q]	Primärenergiefaktor fossil [MJ- \dot{e} q]	Primärenergiefaktor nuklear [MJ- \dot{e} q]	Primärenergiefaktor total erneuerbar [MJ- \dot{e} q]	Primärenergiefaktor Abwärme / Abfall [MJ- \dot{e} q]	CO ₂ -Äquivalente [g CO ₂ - \dot{e} q]	Kohlendioxid, fossil [g]	Umweltbelastungspunkte [UBP06]	
Gebäude		[m ²]											
Infrastruktur	Kollektoranlage am Gebäudestandort	EFH	5	Cu-Kollektoranlage, EFH, für Warmwasser	m ²	5'065	3'750	772	543	0	289037	260930	638906
		EFH	10.5	Vakuurröhrenkollektor, für RH und WW	m ²	3'854	2'939	561	354	0	216443	200269	437155
		EFH	12	Cu-Kollektoranlage, für RH und WW	m ²	3'739	2'766	566	407	0	214752	192494	431908
		MFH	20	Cu-Kollektoranlage, auf Schrägdach, für Warmwasser	m ²	3'161	2'357	480	324	0	183917	164430	380960
		MFH	30	Al-Cu-Kollektoranl., auf Schrägdach, für Warmwasser	m ²	3'135	2'319	477	339	0	184257	162660	309704
		MFH	30	Cu-Kollektoranlage, auf Flachdach, für Warmwasser	m ²	2'947	2'218	438	291	0	174655	157539	374057
		MFH	30	Cu-Kollektoranlage, auf Schrägdach, für Warmwasser	m ²	2'901	2'161	437	303	0	168504	150407	356590
		MFH	81	Cu-Kollektor-Grossanlage, für Warmwasser	m ²	2'596	1'933	392	271	0	151690	135045	408204
Wärme	erneuerbar am Gebäudestandort	EFH	5	Cu-Kollektoranlage, EFH, für Warmwasser	MJ	1.62	0.15	0.14	1.32	-	11.9	10.8	28.7
		EFH	10.5	Vakuurröhrenkollektor, Wärmeröhren, für RH und WW	MJ	1.71	0.10	0.07	1.53	-	7.7	7.1	17.9
		EFH	10.5	Vakuurröhrenkollektor, Sidneyröhren, für RH und WW	MJ	1.74	0.12	0.08	1.53	-	9.2	8.5	21.0
		EFH	12	Cu-Kollektoranlage, für RH und WW	MJ	1.85	0.14	0.10	1.61	-	11.1	10.0	25.1
		MFH	20	Cu-Kollektoranlage, auf Schrägdach, für Warmwasser	MJ	1.24	0.06	0.04	1.14	-	4.8	4.3	11.6
		MFH	30	Al-Cu-Kollektoranl., auf Schrägdach, für Warmwasser	MJ	1.25	0.06	0.04	1.15	-	5.1	4.5	10.2
		MFH	30	Cu-Kollektoranlage, auf Flachdach, für Warmwasser	MJ	1.25	0.06	0.04	1.16	-	4.9	4.4	11.9
		MFH	30	Cu-Kollektoranlage, auf Schrägdach, für Warmwasser	MJ	1.24	0.06	0.04	1.14	-	4.7	4.2	11.4
		MFH	81	Cu-Kollektor-Grossanlage, für Warmwasser	MJ	1.20	0.05	0.05	1.10	-	4.1	3.7	12.4

Bezugsgrösse Wärme: Nutzenergie

Datenquelle: Stucki & Jungbluth (2010)

© ESU-services 2010

3. Primärenergiefaktoren und Umweltindikatoren

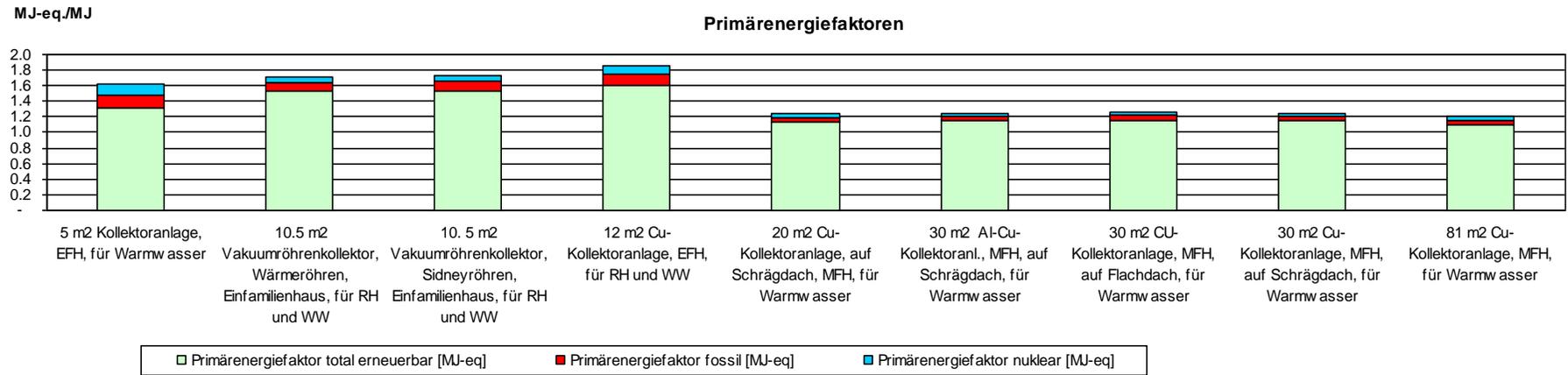


Fig. 3.1 Primärenergiefaktoren pro MJ Wärme von Sonnenkollektorsystemen

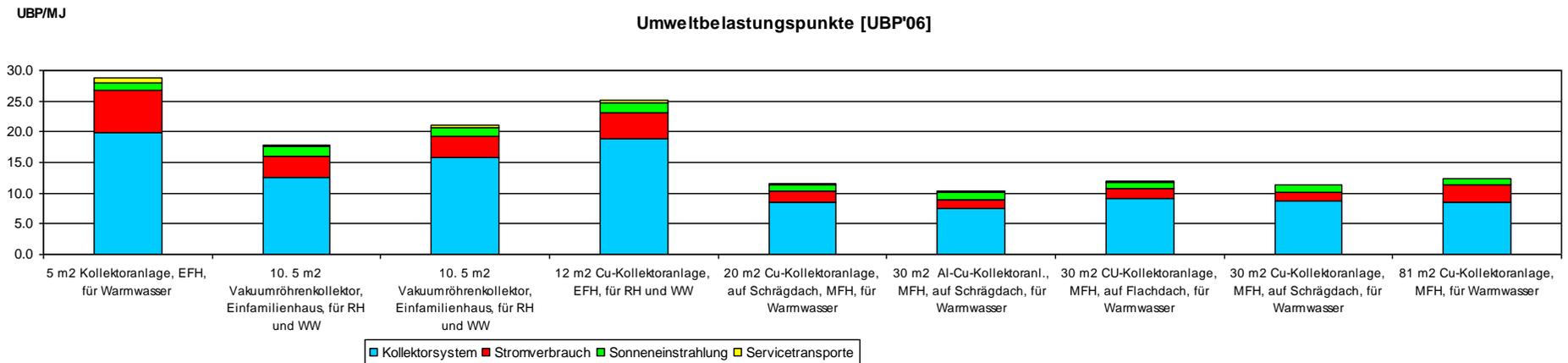


Fig. 3.2 Umweltauswirkungen pro MJ Wärme von Sonnenkollektorsystemen bewertet mit der Methode der Ökologischen Knappheit (Frischknecht et al. 2008)

3. Primärenergiefaktoren und Umweltindikatoren

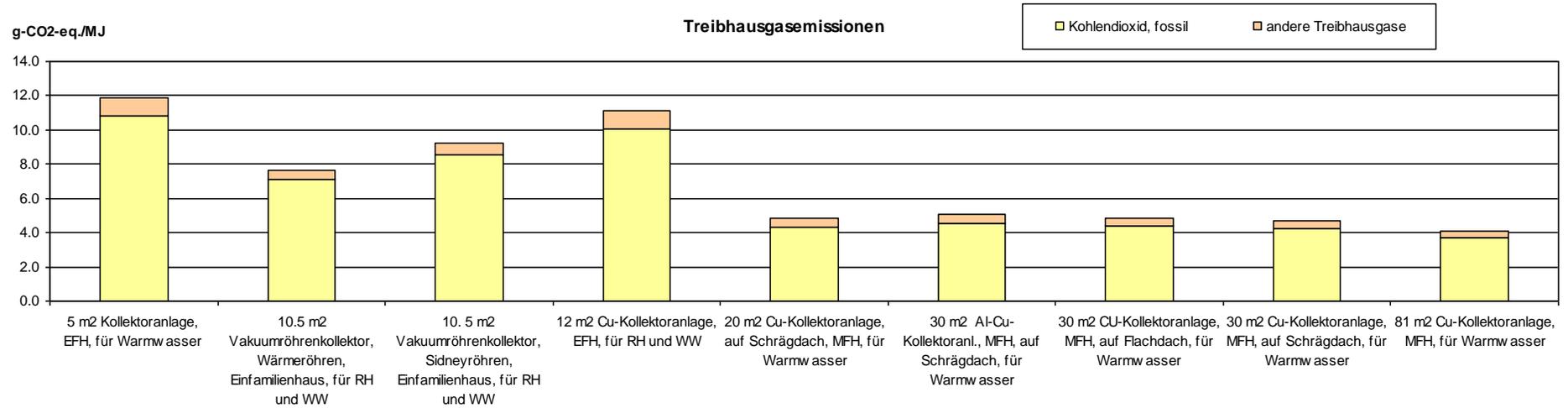


Fig. 3.3 Fossile Kohlendioxidemissionen und gesamte Treibhausgasemissionen pro MJ Wärme von Sonnenkollektorsystemen gemäss den Charakterisierungsfaktoren von IPCC (2007)

3. Primärenergiefaktoren und Umweltindikatoren

Eine Analyse der verschiedenen Komponenten einer 30 m² Kollektoranlage zeigt, dass die Herstellung des Kollektors und des Wärmespeichers, sowie der Transport der Materialien relevante Anteile an der gesamten Umweltbelastung haben (siehe Fig. 3.4). Die restlichen Komponenten wie das Fundament, die Warmwasserrohre, die Wärmeleitflüssigkeit, das Expansionsgefäss, die Pumpe und die Entsorgung der Anlage ergeben im Total weniger als 10 %.

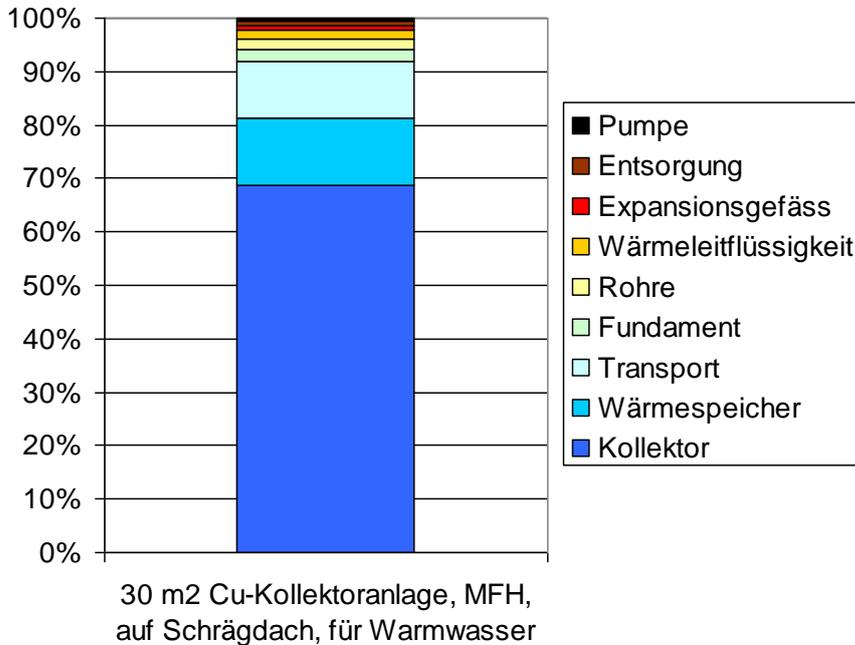


Fig. 3.4 Anteile der verschiedenen Komponenten (ohne Betrieb) einer 30 m² Kollektoranlage an deren gesamten Umweltbelastung ausgewertet gemäss der Methode der Ökologischen Knappheit (Frischknecht et al. 2008). Transport umfasst die Beförderung der Komponenten zum Ort der Installation. Vorgelagerte Transporte der Rohmaterialien zu den Fabrikationsstätten hingegen sind bei den einzelnen Komponenten berücksichtigt.

Ein Vergleich der drei verschiedenen Kollektoren zeigt, dass der Vakuumröhrenkollektor mit Wärmeröhren (Heat Pipes) eine ähnlich hohe Umweltbelastung aufweist wie der Flachkollektor mit Kupfer-Absorber. Der Flachkollektor mit Aluminium-Kupfer hat eine etwas tiefere Umweltbelastung, da eine kleiner Menge Kupfer benötigt wird und Kupfer bei allen drei Systemen einen Grossteil der Umweltbelastungen verursacht (siehe Fig. 3.5).

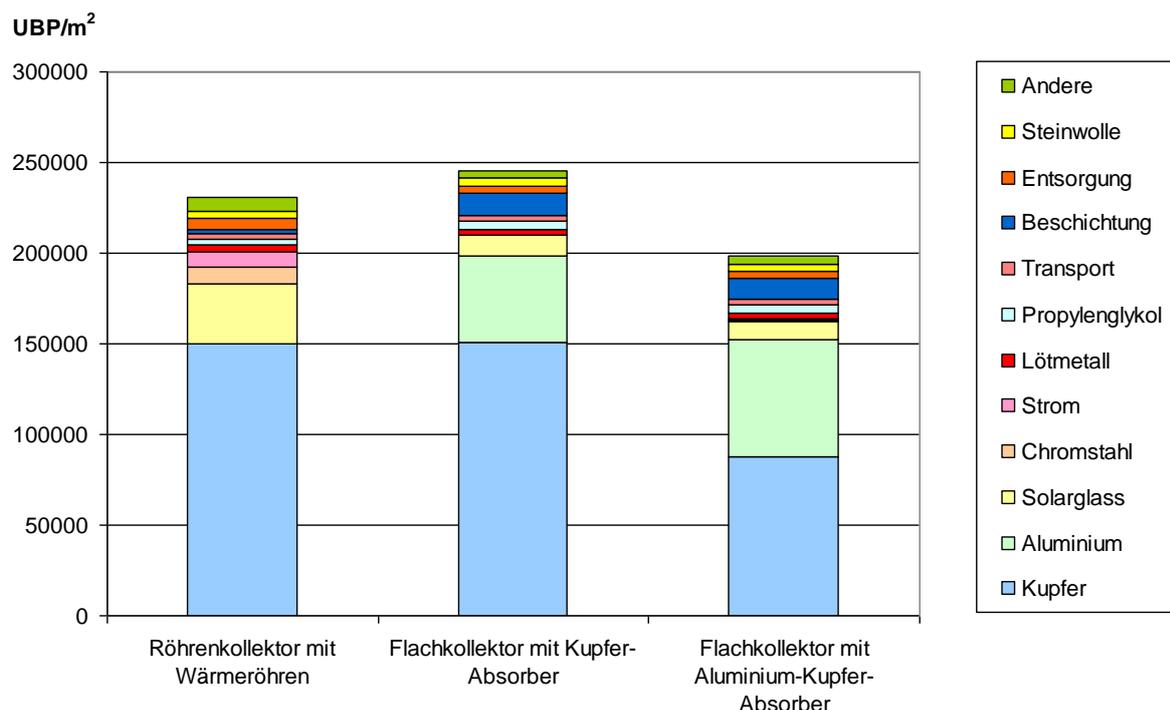


Fig. 3.5 Umweltauswirkungen pro m² Kollektor bewertet mit der Methode der Ökologischen Knappheit (Frischknecht et al. 2008)

4 Literatur

ecoinvent Centre 2010 ecoinvent Centre (2010) ecoinvent data v2.2, ecoinvent reports No. 1-25. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, Switzerland, retrieved from: www.ecoinvent.org.

Frischknecht et al. 2008 Frischknecht R., Steiner R. and Jungbluth N. (2008) Methode der ökologischen Knappheit - Ökofaktoren 2006. Umwelt-Wissen Nr. 0906. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, retrieved from: <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01031/index.html?lang=de>.

IPCC 2007 IPCC (2007) The IPCC fourth Assessment Report. Cambridge University Press., Cambridge.

Jungbluth 2003 Jungbluth N. (2003) Sonnenkollektoranlagen. In: *Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz* (Ed. Dones R.). Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH retrieved from: www.ecoinvent.org.

PRé Consultants 2010 PRé Consultants (2010) SimaPro 7.2.3, Amersfoort, NL, retrieved from: <http://www.esu-services.ch/simapro/>.

4. Literatur

Stucki & Jungbluth 2010 Stucki M. and Jungbluth N. (2010) Update of the Life Cycle Inventories of Solar Collectors. ESU-services Ltd., Uster, CH.