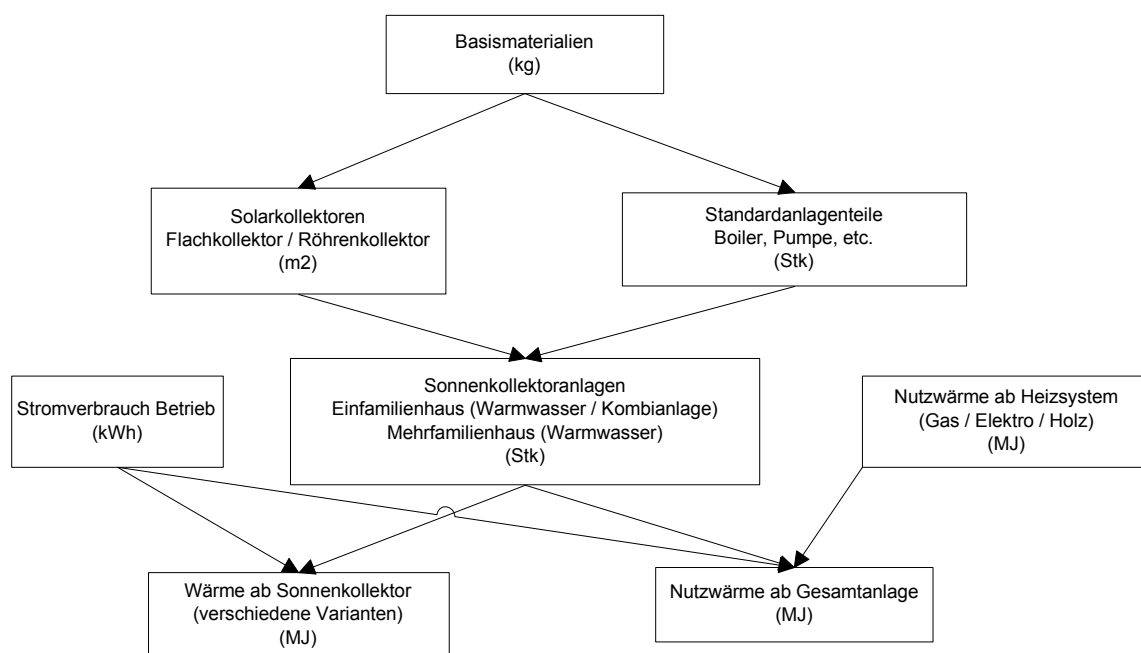


ecoinvent - Ökoinventare für Solar- und Heizsysteme



Ausgearbeitet durch

Dr. Niels Jungbluth, ESU-services

Im Auftrag des

Bundesamtes für Energie

November 2003

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie
Forschungsprogramm Rationelle Energienutzung in Gebäuden

Auftragnehmer:

ESU-services
Kanzleistr. 4
CH-8610 Uster
www.esu-services.ch

Autor:

Dr. Niels Jungbluth, ESU-services, Uster
jungbluth@esu-services.ch

2003

Diese Studie wurde im Rahmen des Forschungsprogramms „Rationelle Energienutzung in Gebäuden“ des Bundesamtes für Energie erarbeitet. Für den Inhalt ist alleine der Studiennehmer verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Worbentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 • office@bfe.admin.ch • www.admin.ch/bfe

Vertrieb: EMPA ZEN, Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf, www.empa-ren.ch
ENET, Egnacherstrasse 59, 9320 Arbon, enet@temas.ch, www.energieforschung.ch

Summary

Between 2000 and 2003 the Swiss ecoinvent database has been build up. This database contains about 2'700 life cycle inventory datasets. The datasets are investigated on a unit process basis. They can be used by members of the database. Within this BfE-project, life cycle inventory data for products and processes which are important for the life cycle of solar collector systems have been investigated. The research covered the following products:

- Charcoal
- Elastomere Tube Insulation
- Enamelling
- Epoxy Resins
- Fluorine
- Glass Fibre Reinforced Plastic
- Glass Products and Processing for Solar Collectors
- Magnesium and Magnesium Alloys
- Polytetrafluoroethylene (PTFE), Trichloromethane, Chlorodifluoromethane and PTFE-Film
- Selective Coatings on Metal Sheets for Solar Absorbers
- Silicones and Silicone Products
- Soft Solders (lead-free) and Soldering
- Sulphur Hexafluoride
- Tap water

The data are available on www.ecoinvent.ch for members of the database. Members have to pay a fee to get full access to all datasets. The description of the data has been integrated in different final reports of the ecoinvent 2000 project. They will be published in 2004 and delivered on a CD to the ecoinvent members. The new datasets have also been used for the update of existing inventories for solar collector systems.

Ausgangslage

Im Jahr 2000 wurde das Projekt ecoinvent 2000 durch verschiedene Bundesämter und Institute des ETH-Bereichs gestartet. Im Rahmen dieses Projektes wurden verschiedene Schweizer Ökobilanz-Datenbanken zusammengefasst, harmonisiert und aufdatiert. Insgesamt wurden dabei über 2'700 Produkte und Prozesse bilanziert und in einer Datenbank eingelagert. Daten und Berichte stehen eingeschriebenen Nutzern zur Verfügung. Die Nutzung ist dabei kostenpflichtig. Alle Schlussberichte werden den NutzerInnen als PDF Files auf einer CD zur Verfügung gestellt.

Ziel der Arbeit

Im Rahmen dieses BfE-Projektes wurden Sachbilanzdaten für verschiedene Materialien neu erhoben, die für den Bau von Solarkollektoren verwendet werden können. Diese Sachbilanzdaten sind Bestandteil der ecoinvent Daten Version 1.01.¹ Die Daten werden eingeschriebenen NutzerInnen der Datenbank für die Durchführung von Ökobilanzstudien zur Verfügung gestellt. Diese Daten bilden aber auch die Grundlage für die Überarbeitung der Ökoinventare von Sonnenkollektoranlagen (Jungbluth 2003).

¹ www.ecoinvent.ch

Ergebnisse

Die Datenerhebung wurde Mitte 2003 abgeschlossen. Über 100 Hersteller verschiedener Materialien wurden kontaktiert und um Auskunft gebeten. Unterstützt wurde die Datenrecherche durch den fachlichen Rat des Instituts für Solartechnik (SPF) der Hochschule Rapperswil.

Tab. 0.1 zeigt einen Überblick zu den untersuchten Materialien und Prozessen. Die Beschreibung der Sachbilanzdaten wurde in Form einzelner Kapitel in verschiedene Schlussberichte des ecoinvent 2000 Projektes aufgenommen. Die Zuordnung erfolgte nach thematischen Gesichtspunkten. Alle Schlussberichte enthalten dabei Daten die im Rahmen verschiedener Teilprojekte erhoben wurden. Sie wurden in englischer Sprache verfasst.

Zudem werden die Eingabedaten im EcoSpold Format ausgearbeitet. Alle Berichtsteile und Datenfiles wurden entsprechend der Qualitätsrichtlinien des Projektes erstellt und intern gegengelesen (Frischknecht et al. 2004) bevor sie in die Datenbank eingegeben wurden.

Nicht erhoben wurden wie ursprünglich vorgesehen Daten für Argon und Xenon da diese von einer anderen Projektgruppe geliefert wurden. Dafür wurde aufgrund des Interesses verschiedener Verarbeiter die Beschichtungsverfahren relativ detailliert untersucht. Ausserdem wurden Bilanzen für einige Vorprodukte der Magnesiumherstellung erstellt, die von allgemeinem Interesse sind.

Tab. 0.1 *Untersuchte Prozesse und Schlussberichte des ecoinvent 2000 Projektes*

Berichtskapitel	Daten-sätze	Kurzbeschreibung	Enthalten im Schlussbericht
Charcoal	1	Holzkohle als Vorprodukt für die Magnesiumherstellung.	(Werner et al. 2003)
Elastomere Tube Insulation	2	Herstellung von Isoliermaterialien für Warmwasserrohre.	(Kellenberger et al. 2004)
Enamelling	1	Email-Beschichtung von Metallboilern.	(Althaus et al. 2004b)
Epoxy Resins	4	Herstellung und Verarbeitung von Epoxy Harzen	(Althaus et al. 2004a)
Fluorine	1	Herstellung von Fluorgas.	(Althaus et al. 2004a)
Glass Fibre Reinforced Plastic	3	Herstellung und Verarbeitung von Glasfaserkunststoffen.	(Kellenberger et al. 2004)
Glass Products and Processing for Solar Collectors	6	Herstellung spezieller Glasprodukte (z.B. eisenarmes Glas und Bor-Silikat-Glas), Glasveredelung und Herstellung von Röhrenkollektoren für Solarkollektoren.	(Kellenberger et al. 2004)
Magnesium and Magnesium Alloys	5	Herstellung von Magnesium und Magnesiumlegierungen für verschiedene Anwendungen.	(Althaus et al. 2004b)
Polytetrafluoroethylene (PTFE), Trichloromethane, Chlorodifluoromethane and PTFE-Film	4	Herstellung von Teflonbeschichtungen und verschiedenen Vorprodukten.	(Althaus et al. 2004a)
Selective Coatings on Metal Sheets for Solar Absorbers	7	Detaillierte Untersuchung der wichtigsten Verfahren für die selektive Beschichtung von Solarkollektorabsorbern.	(Althaus et al. 2004b)
Silicones and Silicone Products	2	Herstellung von Silikonkunststoffen, die z.B. für Dichtungen und Schläuche verwendet werden.	(Althaus et al. 2004a)
Soft Solders (lead-free) and Soldering	2	Herstellung von Lötmaterialien.	(Althaus et al. 2004b)
Sulphur Hexafluoride	1	Herstellung von SF ₆ für die Magnesiumproduktion.	(Althaus et al. 2004a)
Water	6	Bereitstellung und Verteilung von Trinkwasser.	(Althaus et al. 2004a)

Tab. 0.2 zeigt die vollständige Liste der im Rahmen dieses Projektes erhobenen Einheitsprozesse. Daten zu diesen Prozessen sind in der Datenbank ecoinvent enthalten. Neben der deutschen und englischen Bezeichnung wird auch der Ortsbezug und die Bilanzierungseinheit benannt.

Tab. 0.2 Vollständige Liste der im Rahmen dieses Projektes erhobenen Einheitsprozessdaten

LocalName	LocalCategory	LocalSubCategory	Name	Location	unit
Behandlung, Abwasser Schwarzchrombeschichtung, in Abwasserreinigung	Entsorgungssysteme	Abwasserreinigung	treatment, black chrome coating effluent, to wastewater treatment, class 2	CH	0 m3
Behandlung, Abwasser Glasproduktion, in Abwasserreinigung, Gr.Kl. 2	Entsorgungssysteme	Abwasserreinigung	treatment, glass production effluent, to wastewater treatment, class 2	CH	0 m3
Behandlung, Abwasser Kollektorrohrproduktion, in Abwasserreinigung, Gr.Kl. 2	Entsorgungssysteme	Abwasserreinigung	treatment, tube collector production effluent, to wastewater treatment, class 2	CH	0 m3
Chlorodifluoromethane, ab Werk	Chemikalien	Organisch	chlorodifluoromethane, at plant	NL	0 kg
Fluor, flüssig, ab Werk	Chemikalien	Anorganika	fluorine, liquid, at plant	RER	0 kg
Flussspat, 97%, ab Werk	Chemikalien	Anorganika	fluorspar, 97%, at plant	GLO	0 kg
Fluorwasserstoff, ab Werk	Chemikalien	Anorganika	hydrogen fluoride, at plant	GLO	0 kg
Silikonfabrik	Chemikalien	Anorganika	silicone plant	RER	1 unit
Silikonprodukt, ab Werk	Chemikalien	Anorganika	silicone product, at plant	RER	0 kg
Schwefelhexafluorid, flüssig, ab Werk	Chemikalien	Anorganika	sulphur hexafluoride, liquid, at plant	RER	0 kg
Tetrafluoroethylenschicht, auf Glas	Chemikalien	Anorganika	tetrafluoroethylene film, on glass	RER	0 kg
Tetrafluoroethylene, ab Werk	Chemikalien	Anorganika	tetrafluoroethylene, at plant	RER	0 kg
Trichloromethane, ab Werk	Chemikalien	Organisch	trichloromethane, at plant	RER	0 kg
Antireflexbeschichten, Ätzen, Solarglas	Glas	Bauglas	anti-reflex-coating, etching, solar glass	DK	0 m2
Glasbeschichtungswerk	Glas	Bauglas	glass etching plant	DK	1 unit
Glasfaser, ab Werk	Glas	Bauglas	glass fibre, at plant	RER	0 kg
Rohrglaswerk	Glas	Bauglas	glass tube plant	DE	1 unit
Glasrohr, Bor-Silikat, ab Werk	Glas	Bauglas	glass tube, borosilicate, at plant	DE	0 kg
Kollektorrohr, mit Silberspiegel, ab Werk	Glas	Bauglas	solar collector glass tube, with silver mirror, at plant	DE	0 kg
Solarglas, eisenarm, ab Regionallager	Glas	Bauglas	solar glass, low-iron, at regional storage	RER	0 kg
härten, Flachglas	Glas	Bauglas	tempering, flat glass	RER	0 kg
Rohrisolierungswerk	Wärmedämmstoffe	Herstellung	tube insulation plant	DE	1 unit
Rohrisolierung, Elastomere, ab Werk	Wärmedämmstoffe	Herstellung	tube insulation, elastomere, at plant	DE	0 kg
Aluminium-Legierung, AlMg3, ab Werk	Metalle	Gewinnung	aluminium alloy, AlMg3, at plant	RER	0 kg
Emailieren	Metalle	Verarbeitung	enamelling	RER	0 m2
Magnesiumwerk	Metalle	Gewinnung	magnesium plant	RER	1 unit
Magnesium, ab Werk	Metalle	Gewinnung	magnesium, at plant	RER	0 kg
Magnesium-Legierung, AZ91, ab Werk	Metalle	Gewinnung	magnesium-alloy, AZ91, at plant	RER	0 kg
Magnesium-Legierung, AZ91, Druckguss, ab Werk	Metalle	Gewinnung	magnesium-alloy, AZ91, diecasting, at plant	RER	0 kg
Metall-Beschichtungswerk	Metalle	Veredelung	metal coating plant	RER	1 unit
Selektive Beschichtung, Aluminiumblech, Nickelpigmentiertes Aluminium	Metalle	Veredelung	selective coating, aluminium sheet, nickel pigmented aluminium oxide	SK	0 m2
Selektive Beschichtung, Kupferblech, Schwarzchrom	Metalle	Veredelung	selective coating, copper sheet, black chrome	RER	0 m2
Selektive Beschichtung, Kupferblech, Schwarzkristall	Metalle	Veredelung	selective coating, copper sheet, black majic	US	0 m2
Selektive Beschichtung, Kupferblech, Vakuumverfahren	Metalle	Veredelung	selective coating, copper sheet, physical vapour deposition	DE	0 m2
Selektive Beschichtung, Kupferblech, Sputtern	Metalle	Veredelung	selective coating, copper sheet, sputtering	DE	0 m2
Selektive Beschichtung, rostfreies Stahlblech, Schwarzchrom	Metalle	Veredelung	selective coating, stainless steel sheet, black chrome	CH	0 m2
Weichlot, Sn97Cu3, ab Werk	Metalle	Gewinnung	soft solder, Sn97Cu3, at plant	RER	0 kg
Produktionsanlage Lötmaterialien	Metalle	Veredelung	solder production plant	RER	1 unit
Pumpstation	Wasserversorgung	Bereitstellung	pump station	CH	1 unit
Trinkwasser, ab Hausanschluss	Wasserversorgung	Bereitstellung	tap water, at user	CH	0 kg
Trinkwasser, ab Hausanschluss	Wasserversorgung	Bereitstellung	tap water, at user	RER	0 kg
Trinkwasserspeicher	Wasserversorgung	Bereitstellung	water storage	CH	1 unit
Trinkwassernetz	Wasserversorgung	Bereitstellung	water supply network	CH	1 km
Wasserwerk	Wasserversorgung	Bereitstellung	water works	CH	1 unit
Wasser, vollentsalzt, ab Werk	Wasserversorgung	Bereitstellung	water, completely softened, at plant	RER	0 kg
Wasser, entkarbonisiert, ab Werk	Wasserversorgung	Bereitstellung	water, decarbonised, at plant	RER	0 kg
Holzkohle, ab Werk	Holzenergie	Brenn- und Treibstoffe	charcoal, at plant	GLO	0 kg

Auswertung

Die erhobenen Daten konnten für die Aufdatierung der Sachbilanzdaten von Sonnenkollektoranlagen im Rahmen von ecoinvent 2000 genutzt werden (Jungbluth 2003). Diskutiert wird hier beispielhaft die Entwicklung der Sachbilanz-Resultate für verschiedene Stufen der Produktionskette für die Nutzung einer Flachkollektoranlage mit Gaszusatzheizung in der Schweiz. Gezeigt werden in Fig. 1 die Daten für die Kette jeweils bezogen auf den Beitrag zu einem MJ Nutzwärme ab Kollektor bzw. ab Warmwasserspeicher. Der Kupferkollektor der Flachkollektoranlage ist mit einer selektiven Schwarzchrombeschichtung versehen.

Im Abschnitt von 0% bis 100% in Fig. 1 wird der Anteil verschiedener Produktionsstufen bis zur Bereitstellung von Nutzwärme ab Flachkollektor grafisch ausgewertet. Es zeigt sich deutlich, dass die Beschichtung des Sonnenkollektors einen vernachlässigbaren Anteil zur Gesamtbelastungen beisteuert. Bedeutender als der Kollektor selber sind die verschiedenen Zusatzkomponenten des Systems. Deutlich ist die klare Dominanz des Anlagenbaus. Hier ist vor allem der hohe Stahlverbrauch für den Warmwasserspeicher und der hohe Kupferverbrauch ausschlaggebend, der auf die Leitungen zurückzuführen ist. Auch der Betrieb des Kollektors (Stromverbrauch für Pumpen, etc.) trägt signifikant zu den Belastungen bei.

In Fig. 1 wird auch der Anteil der Gaszusatzheizung grafisch ausgewertet. Durch die Zusatzheizung werden fossiler Energieaufwand und CO₂ Emissionen pro MJ Nutzenergie deutlich erhöht (Beiträge von mehr als 100% in Fig. 1). Die Belastungen bei anderen Indikatoren, z.B. Staubemissionen und BSB gehen dagegen teilweise auch zurück (Beiträge Links der 0%-Linie in Fig. 1). Dies zeigt, dass eine Abschätzung der Schadstoffemissionen auch anhand einer sehr detaillierten Energiebilanz alleine nicht möglich ist. Die prozessspezifischen Emissionen bei der Herstellung der Basismaterialien tragen offensichtlich unabhängig von der Energieintensität deutlich zu den Gesamtemissionen bei.

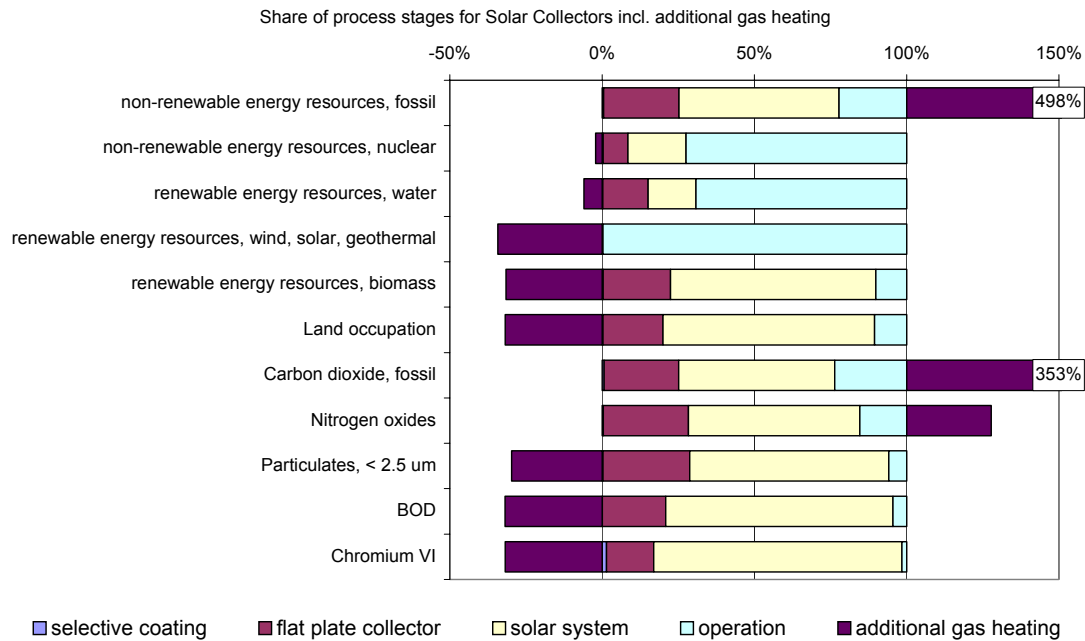


Fig. 1 Anteil verschiedener Produktionsstufen bei der Erzeugung von Nutzwärme ab Heisswasserspeicher inklusive Gaszusatzheizung für den kumulierten Energieaufwand und für ausgewählte Resultate der kumulierten Sachbilanz (Jungbluth 2003)

Weitere Auswertungen können den zitierten Schlussberichten entnommen werden.

Literatur

- Althaus et al. 2004a Althaus H.-J., Chudacoff M., Hischer R., Jungbluth N., Osses M. and Primas A. (2004a) Life Cycle Inventories of Chemicals. Final report ecoinvent 2000 No. 8. EMPA Dübendorf, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, retrieved from: www.ecoinvent.ch.
- Althaus et al. 2004b Althaus H.-J., Blaser S., Classen M. and Jungbluth N. (2004b) Life Cycle Inventories of Metals. Final report ecoinvent 2000 No. 10. EMPA Dübendorf, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, retrieved from: www.ecoinvent.ch.
- Frischknecht et al. 2004 Frischknecht R., Jungbluth N., Althaus H.-J., Doka G., Dones R., Hischer R., Hellweg S., Nemecek T., Rebitzer G. and Spielmann M. (2004) Overview and Methodology. Final report ecoinvent 2000 No. 1. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, retrieved from: www.ecoinvent.ch.
- 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.ch.
- Kellenberger et al. 2004 Kellenberger D., Althaus H.-J., Jungbluth N. and Künniger T. (2004) Life Cycle Inventories of Building Products. Final report ecoinvent 2000 No. 7. EMPA Dübendorf, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, retrieved from: www.ecoinvent.ch.
- Werner et al. 2003 Werner F., Althaus H.-J., Künniger T., Richter K. and Jungbluth N. (2003) Life Cycle Inventories of Wood as Fuel and Construction Material. Final report ecoinvent 2000 No. 9. EMPA Dübendorf, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, retrieved from: www.ecoinvent.ch.