

20. Diskussionsforum Ökobilanzen, 19. September 2003
ETH Zürich / Session „Energieträger, erneuerbar“



Schweizer Zentrum
für Ökoinventare

Eine gemeinsame Initiative
des ETH-Bereichs
und Schweizerischer
Bundesämter



Holzenergie

Christian Bauer

Paul Scherrer Institut, Villigen, www.psi.ch/gabe

christian.bauer@psi.ch

Folie 1

Präsentation: Christian Bauer



Übersicht

- Heizungen / Wärme-Kraft-Kopplung
 - Bilanzierte Systeme
 - Systemgrenzen der gesamten Kette
 - Schlüsselfaktoren der Modellierung
 - Ausgewählte Resultate
- Neuerungen im Vergleich zu ÖVE3 (1996)
 - Detaillierte Bilanzierung der Holzgewinnungskette (EMPA)
 - Schnitzelheizungen 1000 kW
 - Pelletsfeuerungen
 - Durchgehend separate Bilanzierung von Weich-, Hartholz und Holzmix
 - Bilanzierung von WKK-Anlagen



Schweizer Zentrum
für Ökoinventare

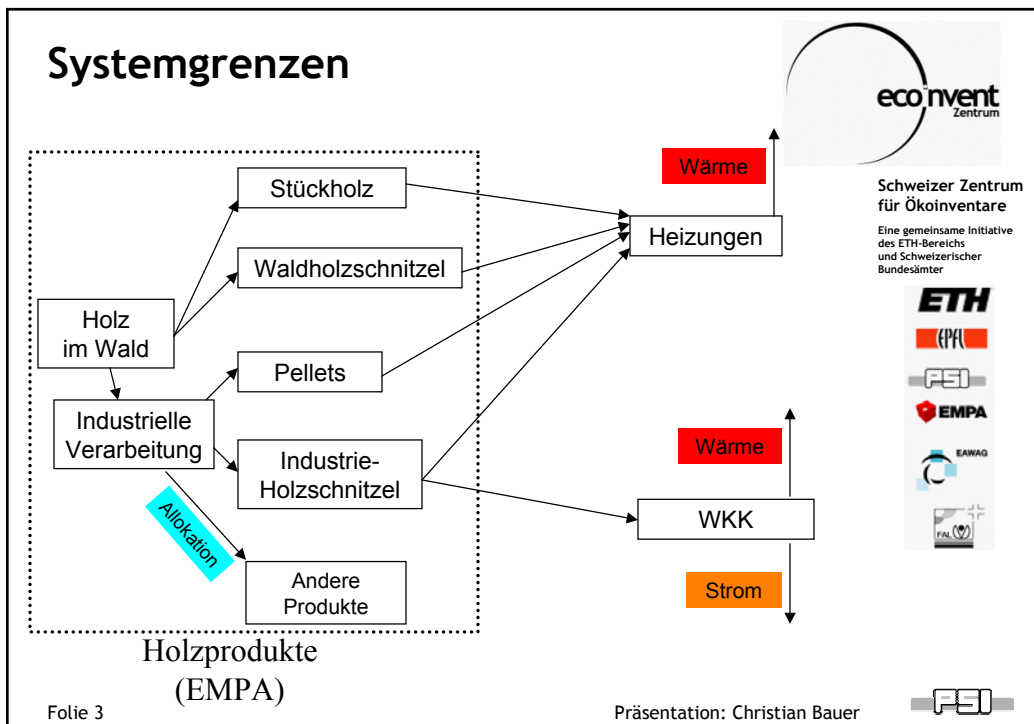
Eine gemeinsame Initiative
des ETH-Bereichs
und Schweizerischer
Bundesämter



Folie 2

Präsentation: Christian Bauer





Bilanzierte Systeme

Konventionelle Heizungen

• Stückholz	6 kW ($\eta=75\%$)
	30 kW ($\eta=68\%$, inkl. Wasserspeicher)
	100 kW ($\eta=70\%$, inkl. Wasserspeicher)
• Waldholzschnitzel	50 kW ($\eta=80\%$)
	300 kW ($\eta=82\%$)
	1000 kW ($\eta=85\%$)
• Industrieholzschnitzel	50 kW ($\eta=80\%$)
	300 kW ($\eta=82\%$)
	1000 kW ($\eta=85\%$)
➤	Jeweils Hart- (Buche), Weichholz (Fichte) und Mix (28%/72%)
• Pellets	15 kW ($\eta=82\%$)
	50 kW ($\eta=85\%$)

Folie 4 Präsentation: Christian Bauer

Schweizer Zentrum für Ökoinventare
Eine gemeinsame Initiative des ETH-Bereichs und Schweizerischer Bundesämter

Bilanzierte Systeme WKK-Anlagen

- 6400 kW_{th}, Furnierwerk Lengwil
 - A) Multi-Zyklon-Filter $\eta_{th} = 76.7 \%$
 $\eta_{el} = 2.3 \%$
 - B) Elektrofilter, DeNO_x $\eta_{th} = 76.7 \%$
 $\eta_{el} = 2.2 \%$
- 1400 kW_{th}, Organic Rancine Cykle (ORC), Waffenplatz Bière
 - A) Multi-Zyklon-Filter $\eta_{th} = 76.8 \%$
 $\eta_{el} = 0.9 \%$
 - B) Elektrofilter, DeNO_x $\eta_{th} = 76.8 \%$
 $\eta_{el} = 0.8 \%$

➤ Jeweils Allokation nach Energie, Exergie und Wärme

Folie 5

Präsentation: Christian Bauer



Schweizer Zentrum
für Ökoinventare

Eine gemeinsame Initiative
des ETH-Bereichs
und Schweizerischer
Bundesämter



Schlüsselfaktoren der Modellierung

- Konventionelle Feuerungen
 - Datensätze bilden Leistungsklassen ab
 - Emissionswerte repräsentieren Praxisbetrieb von im Jahr 2000 in Mitteleuropa am Markt befindlichen Durchschnittsheizungen
 - Keine Berücksichtigung eines Wärmeverteilungsnetzes
 - WKK-Anlagen
 - Modellierung anhand von in der Schweiz betriebenen WKK-Anlagen
 - Direktmessungen für Partikel, NO_x und CO
 - Modellierung der Abgasreinigung: DeNO_x → NO_x minus 50 %
Elektrofilter → Partikel -90 %
- Als Brennstoff dient ausschliesslich naturbelassenes Holz (kein Altholz)
- Derzeitige Allokation für Industrie-Schnitzel ist nur anwendbar, solange Holzreste zur Herstellung verwendet werden

Folie 6

Präsentation: Christian Bauer

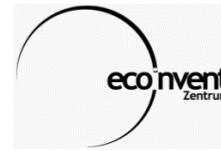


Schweizer Zentrum
für Ökoinventare

Eine gemeinsame Initiative
des ETH-Bereichs
und Schweizerischer
Bundesämter



Ausgewählte Resultate



Unbewertete LCI-Ergebnisse

- Vergleich der Wärmeproduktion verschiedener Heizungen
- Jeweils anhand von Partikel- und NO_x-Emissionen

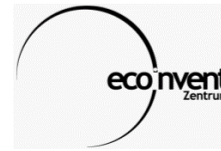
Bewertete LCIA-Ergebnisse

- Vergleich verschiedener Heizungssysteme anhand der Treibhausgasemissionen
- Vergleich der Wärmeproduktion mittels eco-indicator 99 (H,A)

Schweizer Zentrum für Ökoinventare
Eine gemeinsame Initiative des ETH-Bereichs und Schweizerischer Bundesämter



Ausgewählte LCI-Resultate

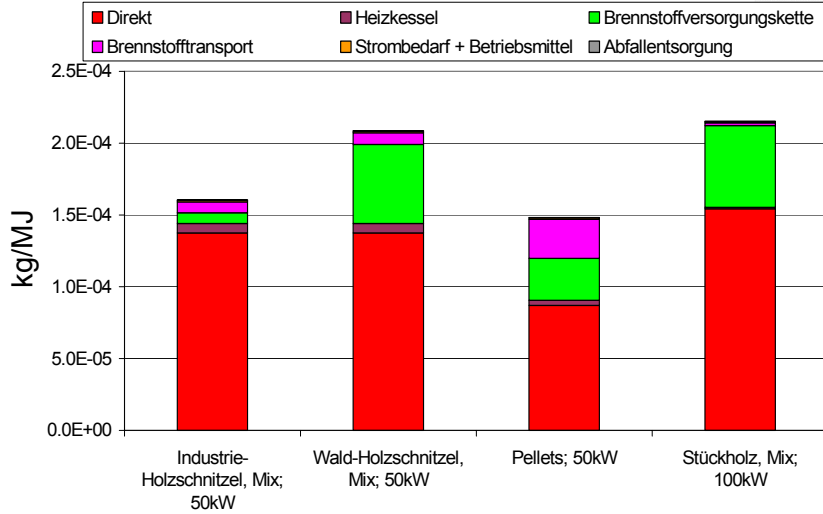


Name	Location	Unit	heat, mixed chips from industry, at furnace 1000kW	heat, mixed chips from forest, at furnace 50kW	heat, mixed chips from industry, at furnace 50kW	heat, mixed logs, at furnace 100kW	heat, wood pellets, at furnace 50kW	
	Unit	Unit	CH	CH	CH	CH	CH	
	Infrastructure		MJ	MJ	MJ	MJ	MJ	
LCIA results								
cumulative energy demand	non-renewable energy resources, fossil	MJ-Eq	4.03E-02	7.15E-02	4.68E-02	4.67E-02	1.79E-01	
cumulative energy demand	non-renewable energy resources, nuclear	MJ-Eq	4.18E-02	4.27E-02	4.58E-02	3.29E-02	1.20E-01	
cumulative energy demand	renewable energy resources, water	MJ-Eq	1.23E-02	1.42E-02	1.36E-02	1.12E-02	2.45E-02	
cumulative energy demand	renewable energy resources, wind, solar, geothermal	MJ-Eq	3.98E-04	3.08E-04	4.36E-04	2.23E-04	2.36E-03	
cumulative energy demand	renewable energy resources, biomass	MJ-Eq	1.25E+00	1.44E+00	1.37E+00	1.55E+00	1.27E+00	
LCI results								
resource	Land occupation	total	m2a	1.90E-02	6.26E-02	2.03E-02	8.24E-02	3.28E-02
air	Carbon dioxide, fossil	total	kg	2.91E-03	5.59E-03	4.20E-03	3.09E-03	1.34E-02
air	NMVOC	total	kg	1.33E-05	2.66E-05	1.46E-05	3.47E-05	2.34E-05
air	Nitrogen oxides	total	kg	1.42E-04	2.05E-04	1.61E-04	2.15E-04	1.48E-04
air	Sulphur dioxide	total	kg	9.22E-06	1.20E-05	1.05E-05	1.04E-05	4.19E-05
air	Particulates, <2.5 um	total	kg	7.33E-05	5.10E-05	4.61E-05	5.40E-05	3.00E-05
water	BCD	total	kg	7.31E-06	1.77E-05	9.41E-06	1.41E-05	2.07E-05
soil	Cadmium	total	kg	2.06E-09	4.35E-09	4.34E-09	2.86E-09	2.03E-09
Further LCI results								
air	Carbon dioxide, biogenic	total	kg	1.16E-01	1.30E-01	1.23E-01	1.39E-01	1.15E-01
air	Methane, biogenic	total	kg	5.62E-07	9.03E-07	9.02E-07	2.01E-05	4.08E-07
air	Dinitrogen monoxide	total	kg	2.85E-06	3.96E-06	3.90E-06	4.48E-06	3.48E-06
air	Particulates, > 10 um	total	kg	4.19E-06	1.85E-05	1.72E-05	3.81E-06	1.80E-05
air	Particulates, > 2.5 um, and < 10um	total	kg	2.36E-06	1.53E-05	1.41E-05	2.63E-06	1.01E-05

Schweizer Zentrum für Ökoinventare
Eine gemeinsame Initiative des ETH-Bereichs und Schweizerischer Bundesämter



Wärmeproduktion, NO_x-Emissionen



Schweizer Zentrum für Ökoinventare

Eine gemeinsame Initiative des ETH-Bereichs und Schweizerischer Bundesämter

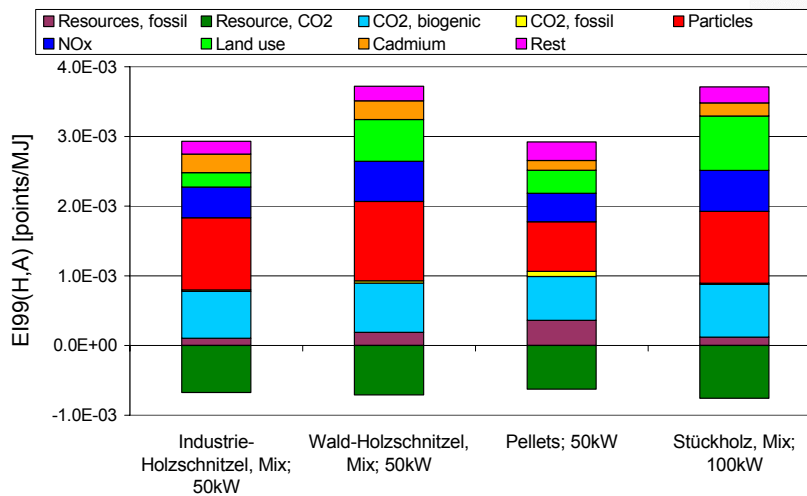


Folie 9

Präsentation: Christian Bauer



Bewertete Resultate, Wärmeproduktion



Schweizer Zentrum für Ökoinventare

Eine gemeinsame Initiative des ETH-Bereichs und Schweizerischer Bundesämter



➤ Anteil von Partikel- und NO_x-Emissionen 50 % - 70%

Folie 10

Präsentation: Christian Bauer

