

Vom Auspuff zum Kamin: Ökobilanzen von Strom und Stromspeichern

Dr. Rolf Frischknecht
ESU-services GmbH



Vortragstagung SSM
Sursee, 29. September 2011

Elektroautos: die Verheissung?

«NULL Emissionen» Fahrzeuge für alle! *



*: Keine CO₂ Emissionen bei der Nutzung des Fahrzeugs

Pieter Bruegel d.Ä. 1567
Das Schlaraffenland

Ökobilanz Elektroauto

- Vergleich der Umweltauswirkungen des Autofahrens mit
 - konventionellem Dieselauto
 - Auto mit Agrotreibstoff
 - Elektroauto
 - Kleinstwagen (Leichtbau)
- auf Basis einer Ökobilanz

Lebenswegansatz



ESU-services
fair consulting in sustainability

... plus Energieversorgung und Infrastruktur

Autofahren

Page 5 www.esu-services.ch

ESU-services
fair consulting in sustainability

Vielfältige Umweltwirkungen

Ressourcen:

- Rohöl
- Bauxit
- Lithium
- Land
- ...

Emissionen:

Atmosphäre

- CO₂
- NO_x
- Lärm
- Partikel

Gewässer

- Mineralöl
- Tributylzinn

Abfälle

Page 6 www.esu-services.ch

ESU-services
fair consulting in sustainability

Was brauchen wir zum Autofahren?

- Ein Auto
 - Herstellung
 - Betrieb
 - Verschrottung und Entsorgung
- Strassen
 - Bau
 - Betrieb, Unterhalt und Erneuerung
 - Rückbau
- und ...

Page 8 www.esu-services.ch

ESU-services
fair consulting in sustainability

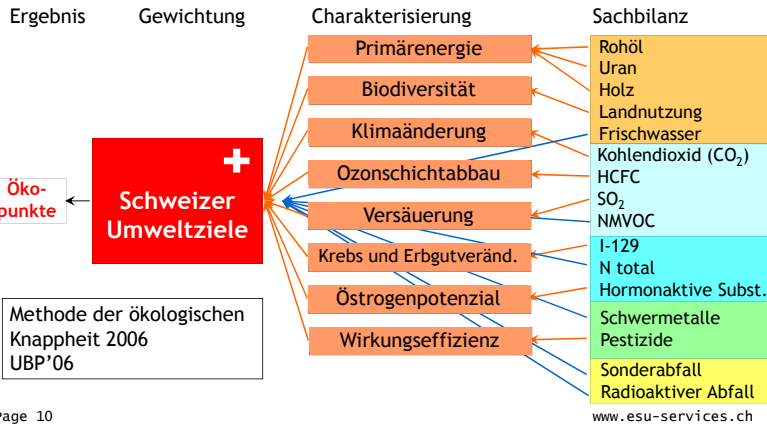
... Treibstoff

- Benzin, Diesel oder Agrotreibstoff
 - Durchschnittliche Versorgungssituation in der Schweiz
- Strom

	CH Mix	zertifizierter Mix
- Kohle/Öl:	0%	0%
- Erdgas:	1%	0%
- Kernenergie:	27%	0%
- Wasserkraft:	31%	97%
- Neue Erneuerbare:	0%	3%
- Importe:	39%	
- Szenario: Gaskombikraftwerk (Erdgas, 58% Wirkungsgrad)

Page 9 www.esu-services.ch

Wie Umweltbelastung bewerten?



Charakteristika der bilanzierten Autos

- Untere Mittelklasse
- Aktueller Stand der Technik (Beste in der Klasse)
- Lebensleistung Auto: 150'000 km
- Lebensleistung Batterie: 100'000 km
1.5 Batterien pro Autoleben (im Durchschnitt)
- Durchschnittliche Belegung: 1.6 Personen pro Auto

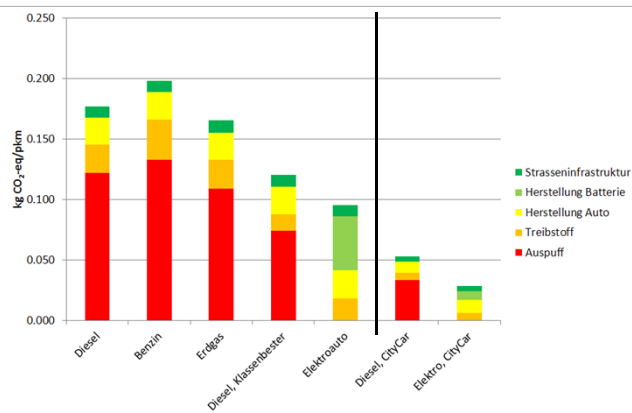
Charakteristika Leichtbauauto

- Loremo Konzeptauto
- Sitze: 2 + 2
- Entwickelt für alle Arten von Antrieben
Diesel und Benzin (2 Zyl. Turbo), Elektro (Synchron)
- Lebensleistung Auto: 150'000 km
- Lebensleistung Batterie: 150'000 km
- Durchschnittliche Belegung: 1.6 Personen pro Auto

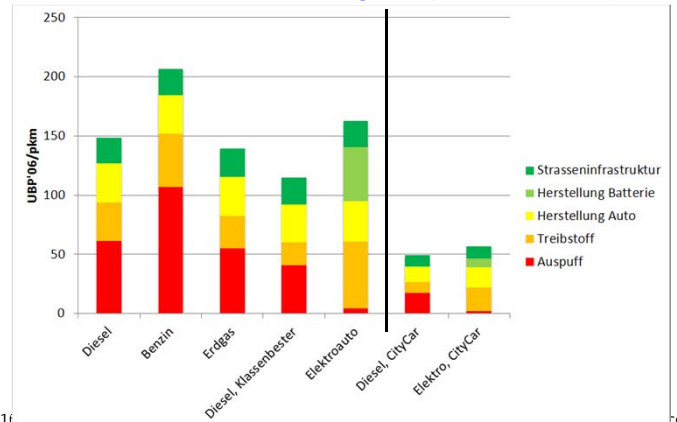
Weitere Eigenschaften der Fahrzeuge

Eigenschaft	Unit	Elektro-auto	Diesel, Bestser	Leichtbau Elektro	Leichtbau Diesel
Fahrzeuggewicht	kg	1320	1320	550	550
Batteriegewicht	kg	312	-	100	-
Leistung	kW	60	77	40	20
Gewicht Elektromotor	kg	104	-	70	-
Energiedichte Batterie	Wh/kg	130	-	150	-
Reichweite	km	133	-	143	-
Elektrizität / 100 km	kWh	20	-	7	-
Treibstoff / 100 km	Liter	-	4.5	-	2.0

Klimawirkung Autofahren



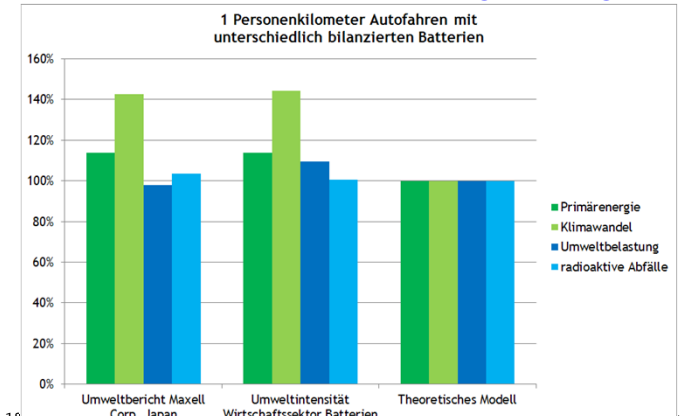
Umweltauswirkungen (MoeK 2006)



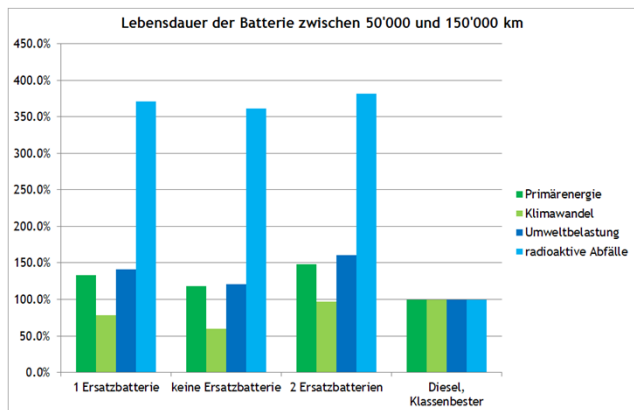
Herstellung der Batterie

- Information basierend auf Umweltbericht der Maxell Corp. Japan
- Strombedarf Herstellung (CN, JP): 10.2 kWh/kg
- Wärmebedarf (Heizöl, Erdgas): ca. 1 Liter Öl-eq/kg
- Lithiumgehalt in der Batterie: 11 g/kg Batterie
- Umweltauswirkungen:
Treibhausgas-Emissionen: 16 kg CO₂-eq/kg
Primärenergie: 3.3 Liter Öl-eq/kg

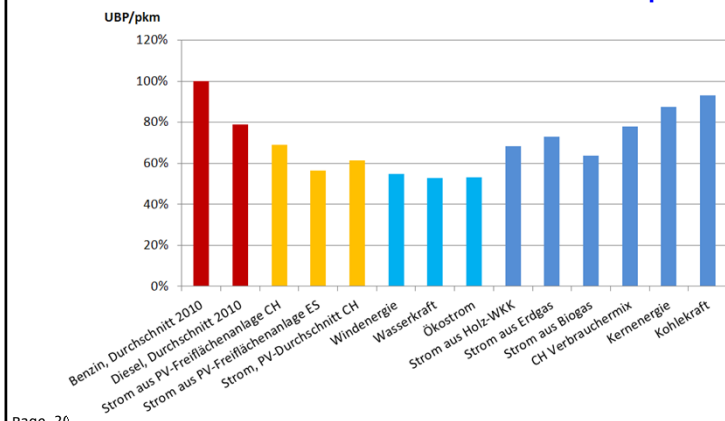
Unsicherheiten der Datengrundlage



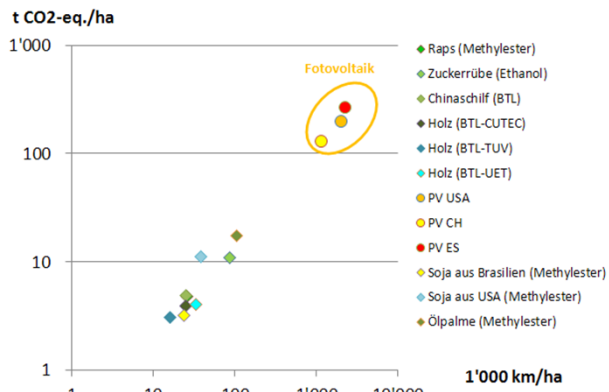
Unsicherheiten bezüglich Lebensdauer



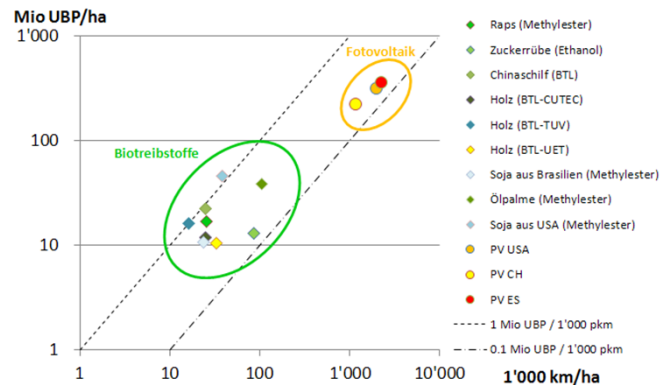
Autofahren mit verschiedenen Stromquellen



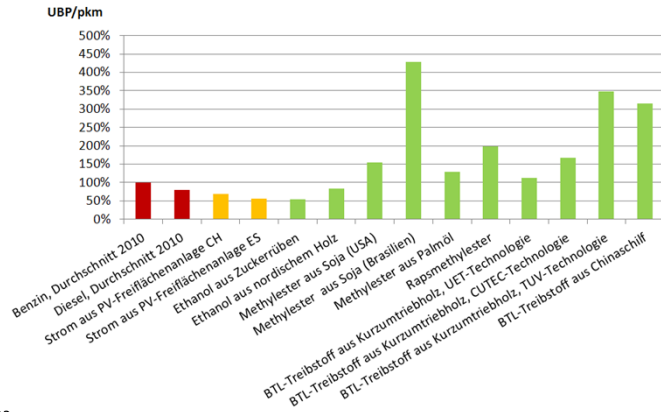
Flächenertrag PV und Agrotreibstoffe



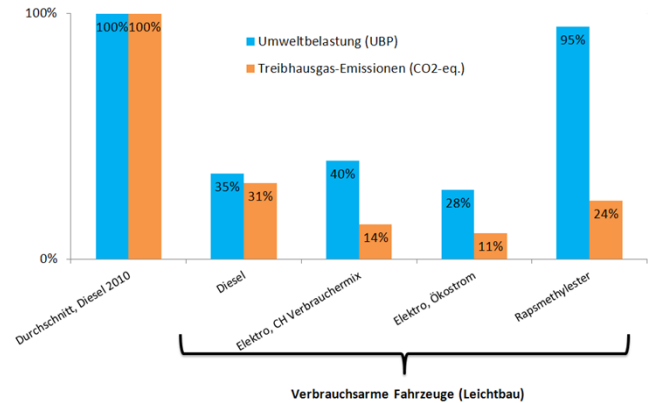
Flächenertrag PV und Agrotreibstoffe



Autofahren mit Strom oder Agrotreibstoffen



Verbrauchsarme Fahrzeuge



Zusammenfassung

- CO₂ Fussabdruck des Elektroautos rund 20 % tiefer als derjenige des klassenbesten Dieselaautos
- Reduktionspotenzial abhängig von
 - Fahrzeuggrösse
 - Treibstoff- bzw. Strombedarf
 - Batterieherstellung und -lebensdauer
 - Strommix

Zusammenfassung (Forts.)

- Umweltauswirkungen sind vergleichbar hoch
- Umweltauswirkungen Elektroauto:
 - Nicht beim Auspuff sondern beim Kraftwerk (beziehungweise in Batteriefabriken und Minen)
- Je nach Strommix können Umweltwirkungen höher sein (Erdgas-GuD, Kohle-KW, europ. Strommix)
- Leichtbaufahrzeuge mit tiefen Verbrauchswerten: deutliche Vorteile gegenüber heutigen Klassenbesten

Folgerungen

- Null-Emissionen-Fahrzeuge existieren nicht
- Umweltvorteile der Elektroautos nicht eindeutig
- Datenlage Batterieherstellung ist unbefriedigend
- Flächenertrag PV deutlich höher als Agrotreibstoffe
- Umweltauswirkungen Autofahren mit PV-Strom eher tiefer als Autofahren mit Agrotreibstoff

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

frischknecht@esu-services.ch

Website:

www.esu-services.ch