

Wie viel Mobilität braucht der Mensch? Gedanken zu Energie, Raum und Zeit

Anton Gunzinger

11. Juni 2015

Vision trifft Realität.

Supercomputing Systems AG
Technopark 1
8005 Zürich

Phone +41 43 456 16 00
Fax +41 43 456 16 10
www.scs.ch

SCS
super computing systems

Wie viel Mobilität braucht der Mensch? Gedanken zu Energie, Raum und Zeit

1. Philosophie der Mobilität
2. Gemeingüter
3. Energie
4. Raum
5. Geld & Zeit
6. Was bringt die Zukunft?

Philosophie der Mobilität

1. Philosophie der Mobilität

- Bewegungsfreiheit: seit der Französischen Revolution ein Menschenrecht
- Individuelle Mobilität: Symbol für Freiheit und Selbstbestimmung
- Möglichkeiten für Mobilität:
 - Zu Fuss
 - Schiff
 - Fahrrad
 - Zug, ÖV
 - Auto
 - Flugzeug

Gemeingüter

2.1 Gemeingüter (Commons)

Güter, die der Gemeinschaft gehören:

- Planet Erde
- Luft
- Wasser
- Boden – öffentlicher Raum
- Nicht erneuerbare Energien: z.B. Öl, Gas, Uran
- Nicht innerhalb von 25 Jahren (eine Generation) erneuerbare Bodenschätze: z.B. Eisen, Kupfer, Silber, Gold, Diamanten, seltene Erden, Urwald
- Sicherheit: z.B. im Verkehr, in der Umwelt (z.B. Lagerung radioaktiver Abfälle), im Zusammenleben (z.B. sozialer Frieden)
- Ruhe
- Wissen
- ...

2.2 Gemeingüter: Allmende

Allmende: *al(ge)meinde* = ein im Besitz einer (Dorf-)Gemeinschaft befindliches Grundeigentum (Wikipedia)

Beispiel Bürgerwald: Die Bürger einer Gemeinde beziehen Holz aus dem Bürgerwald und bezahlen eine der Menge entsprechende Nutzungsgebühr als Gemeingutabgeltung. Diese Einnahmen werden wieder an alle Bürger gleichmässig verteilt.

Weitgehend ungelöste Allmende-Beispiele («Tragik der Allmende»):

- Luft (CO₂)
- Meer
- Wald (Mittel- und Südamerika)

Bereits bestehende, gut funktionierende Ansätze im Umgang mit Allmenden

- CO₂ – Abgabe auf Heizöl (CH)
- Ozon (weltweit)
- (Ab-) Wasser (CH)
- Wald (Europa)

2.3 Voraussetzung für funktionierende Allmende (nach Elinor Ostrom, Nobelpreis 2009)

«Laissez-Faire» → Tragik der Allmende (Garret Hardin 1968 in „Science“)

Genossenschaft → höchster langfristiger Ertrag (Elinor Ostrom)

1. Klar definierte Grenzen (auch Aufnahme von neuen Genossenschaftern)
2. Regeln für den Umgang mit den Ressourcen
3. Arrangements für kollektive Entscheidungen
4. Überwachung
5. Abgestufte Sanktionen
6. Konfliktlösungsmechanismen
7. Minimale Anerkennung durch die Behörde
8. Bei grösseren Systemen: Eingebettete Unternehmen

2.4 Bewirtschaftung von Gemeingütern & Allmenden

Privatwirtschaft

- Komplexe Abgrenzung, Gemeingüter lassen sich oft nicht abgrenzen
- Hohe Ertragsschwankungen
- Kurzfristig
- Führt in der Regel zum Untergang der Allmende
- + Bekanntes Konzept

Staatwirtschaft

- Hoher Kontrollaufwand /hohe Kosten
- Vollständige Kontrolle oft nicht möglich → Unfair
- Korruption
- + Einfaches Konzept

Allmendenwirtschaft

- Komplexe Aushandlung der Regeln
- + Fair
- + Höchster Ertrag
- + Langfristig, nachhaltig

Allmende: frühes Übungsfeld für Demokratie, oft sehr erfolgreich (vor französischer Revolution) → (Eid-) Genossen

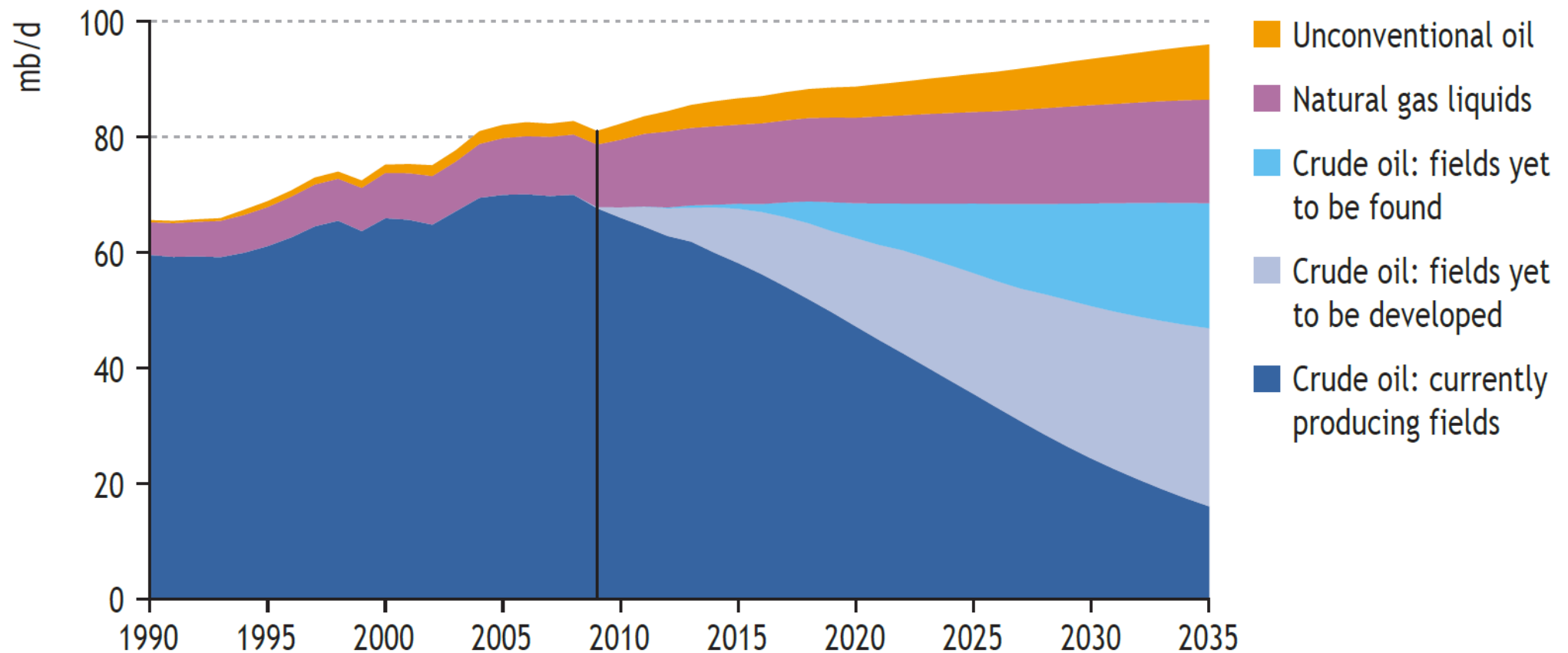
2.5 Gemeingüter: Philosophische Grundlagen

1. Jeder Mensch erhält, wenn er geboren wird, als «Mitgift» einen Anteil an den Schätzen dieser Welt
2. Die Menge der meisten Schätze ist begrenzt
3. Er teilt diese Schätze nicht nur mit den zur Zeit lebenden Menschen, sondern auch mit zukünftigen Generationen
4. Er bezahlt neben den Erschliessungskosten auch eine Nutzungsgebühr entsprechend der Menge seines Gebrauches: Gemeingutabgeltung
5. Die Gemeingutabgeltung wird an alle Menschen (z.B. einer Region, eines Landes) wieder gleichmässig verteilt
(Da es mit dem heutigen Finanzsystem nahezu unmöglich ist, Geld über Generationen hinaus weiterzugeben, wird der Ausgleich auf die heute lebenden Menschen begrenzt.)

Energie

3.1 Voraussage Öl-Produktion nach IEA 2009

Figure 3.19 • World oil production by type in the New Policies Scenario

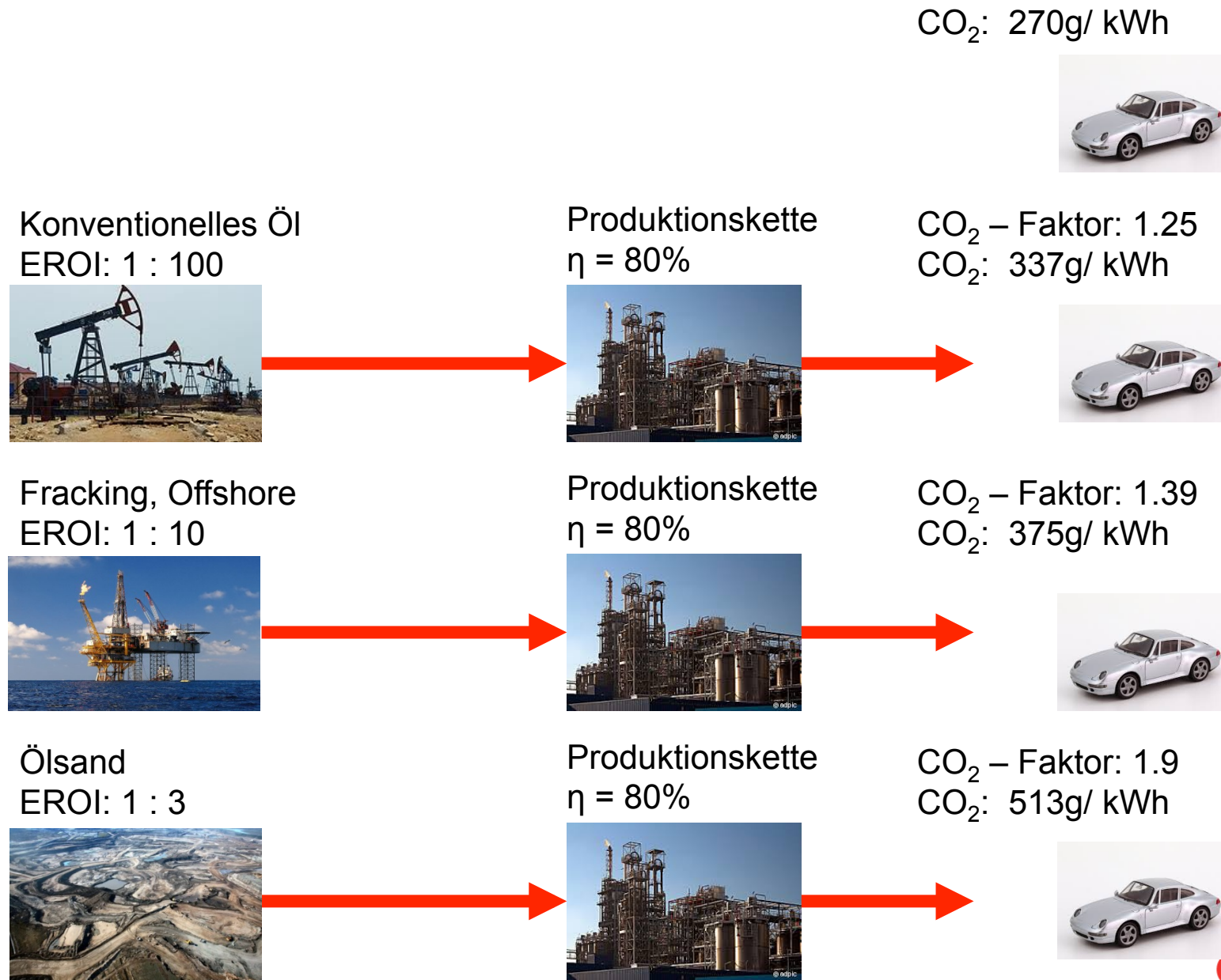


Herausforderung: Mobilität in der Schweiz verbraucht rund 40% der fossilen Energie

3.2 «Peak-Oil»

- Erdölkonsumenten → 1.6 Liter Öl pro Person & Tag oder 670W
(Wir Schweizer verbrauchen etwa 10l Öl-Äquivalent / Tag)
- 6% Preissteigerung pro Jahr in den USA (Faktor 25)
- «Peak-Oil» beim konventionellen Erdöl wurde 2006 überschritten
- 2050 wird es nur noch ca. 10% des heutigen konventionellen Erdöls geben
- Jeder Liter verbrauchtes Öl ist für immer verloren

3.3 CO₂ & EROI (Energy Return on Investment)

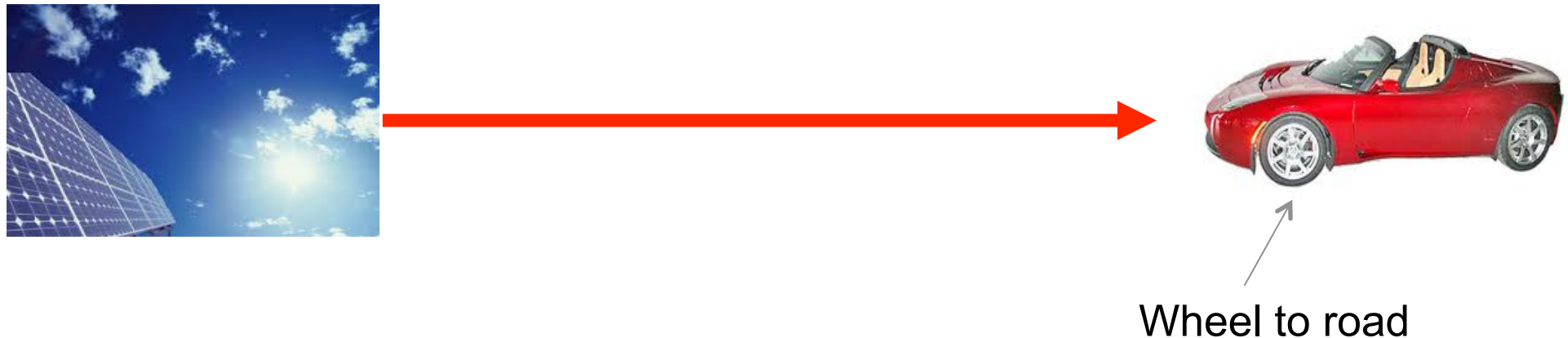


3.4 Energie Kosten: Öl versus Elektrisch/Solar

Well to wheel



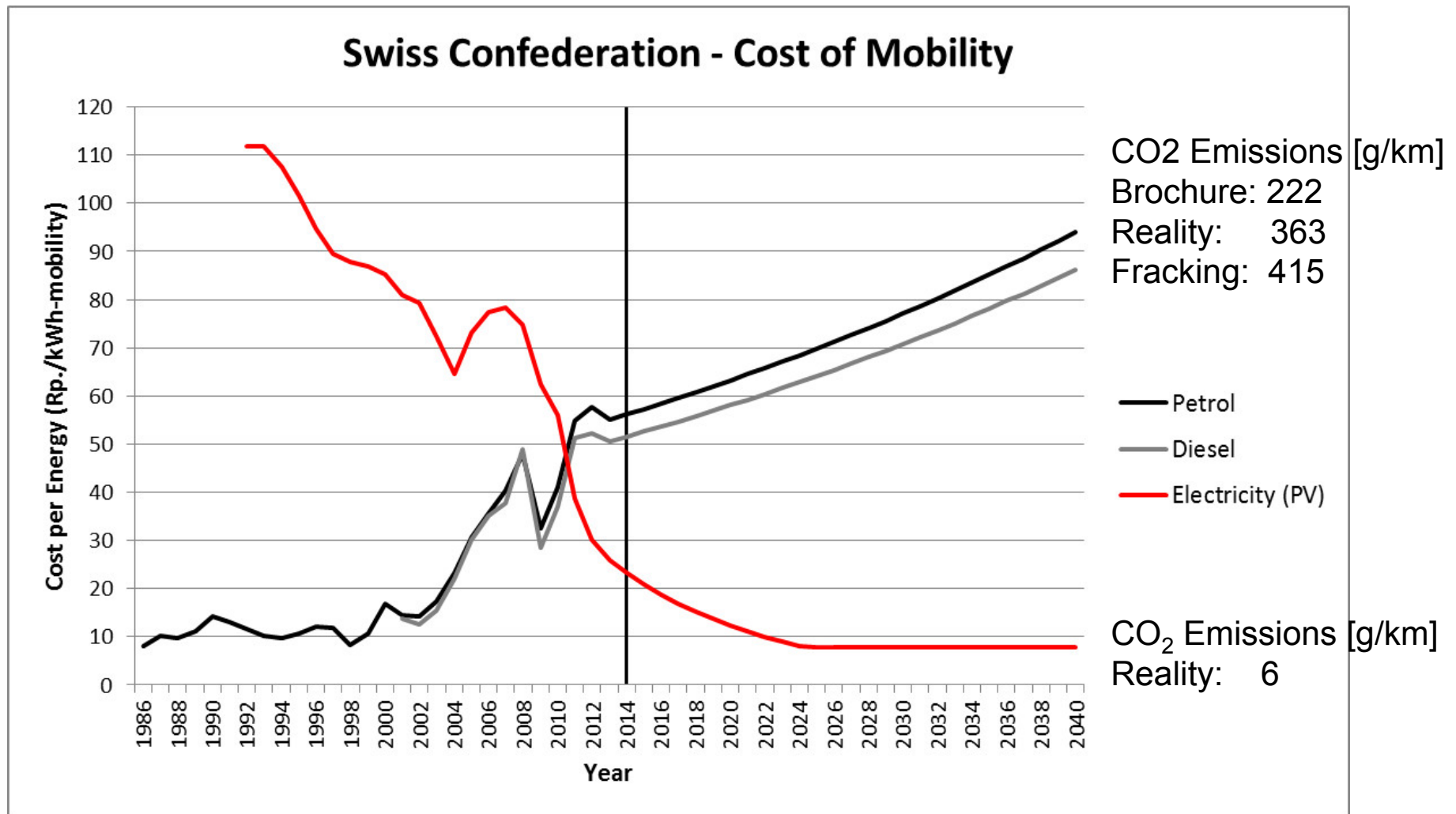
PV System cost (IEA)



SCS

super computing systems

3.5 Mobilität: Heute ist das Fahren mit Strom billiger als mit Öl



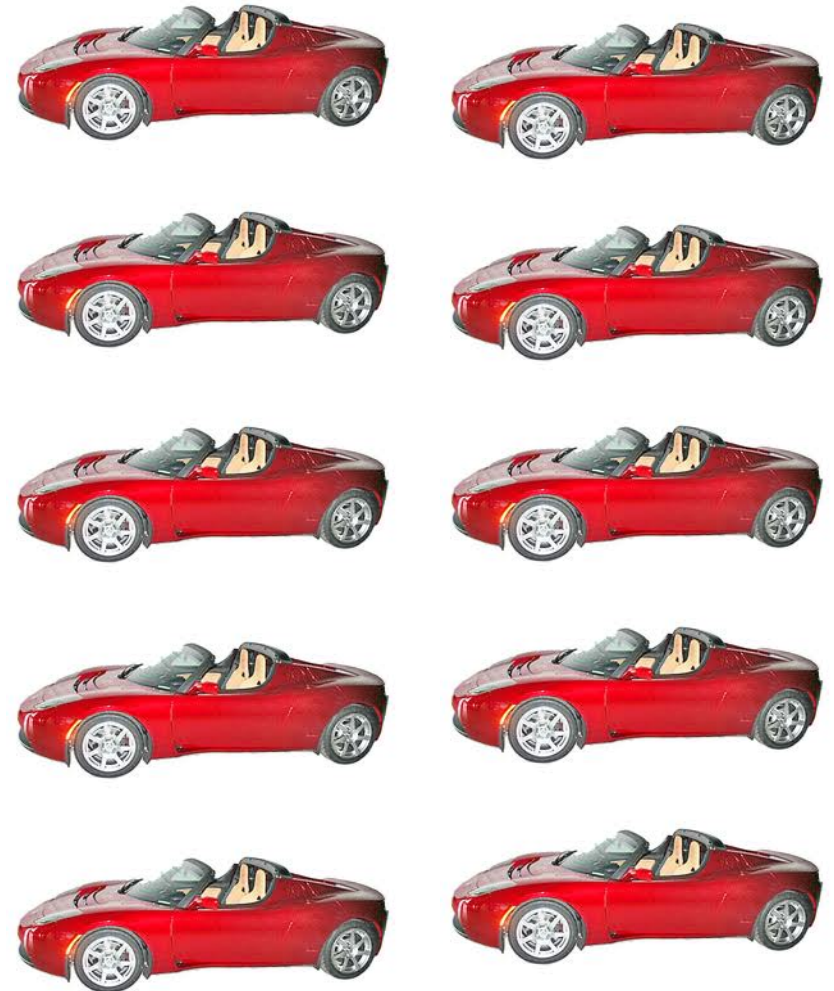
Werden die reinen Energiekosten betrachtet, so ist heute Solarenergie (PV) günstiger als Öl und produziert 60 mal weniger CO₂

3.6 Mobilität: Heute ist das Fahren mit Strom billiger als mit Öl



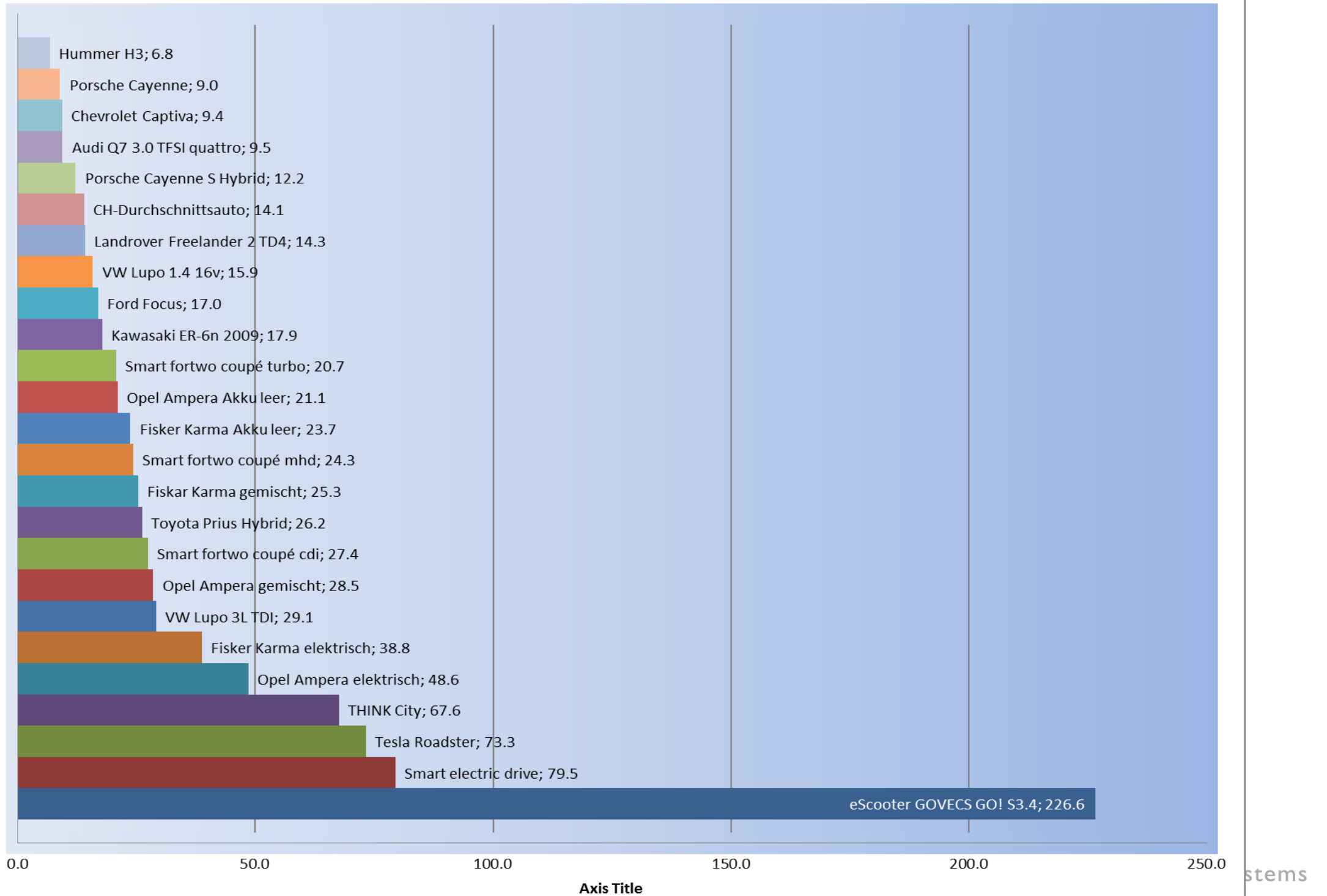
		Tesla	Porsche
Typ		Roadster Sport	911 Carrera S
Leistung	[PS] [kW]	300 225	350 260
0 auf 100 km/h	[s]	3.7	4.8
Gewicht	[t]	1.4	1.1
Verbrauch	[kWh/100 km] [l/100km]	14 1.6	110 12
Jahreskosten Energie für 16'000 km	[CHF]	448	1584
Reichweite Ladung/ Tank	[km]	380	760
Ladezeit		24h (2kW) 3h (16kW)	5 Min

3.7 Energieeffizienz in der e-Mobilität



- 133 m², 21 kWp
- 1100h Sonne/ Jahr
- 23'100 kWh/ a
- Wie viele Elektromobile können damit versorgt werden?

Reichweite von verschiedenen Fahrzeugen mit 1L Benzin



3.8 Energieeffizienz in der Mobilität

- Reduktion Automobilverkehr durch Verhaltensänderung
→ Reduktion Treibstoffverbrauch Faktor 2
- Reduktion Energieverbrauchs durch seriellen Hybrid
→ Reduktion Treibstoffverbrauch Faktor 4
- Bei 2/3 der Fahrten kann mit 100% Strom gefahren werden
→ Reduktion Treibstoffverbrauch Faktor 8
- Zusammenfassend kann der Energieverbrauch Automobilität für die CH von heute 64 TWh/a nicht erneuerbar auf 3 TWh/a erneuerbarer Strom und 3 TWh/a nicht erneuerbar reduziert werden.
(Zum Vergleich: Gesamtverbrauch Strom 60 TWh/a)
- Anmerkung: benötigter erneuerbarer Strom entspricht etwa 3 GW PV

Raum

4.1 Gemeingut Mobilitätsfläche

Mobilität benötigt Raum, je nach Verkehrsmittel unterschiedlich viel:

U-Bahn	< 1 m ²
Fussgänger	1 m ²
Velo	10 m ²
ÖV (Stadt)	15 m ²
ÖV (CH)	25 m ²
Auto 30 km/h	67 m ²
Auto 50 km/h	111 m ²
Auto 120 km/h	267 m ² (Quelle: Prof. Brändli, ETHZ)

Berechnung: Reaktionszeit 2s, Breite mal zurückgelegte Distanz

Ressourcenverbrauch: Raum ist in der stark besiedelten Schweiz begrenzt

Vollgestopftes Trams (200 Personen) → 4 km lange Autokolonne

4.2 Mobilitätsfläche Strasse

	Länge [km]	Breite [m]	Fläche [km ²]
Nationalstrassen	2'000	25	50
Kantonsstrassen	35'000	12	420
Gemeindestrassen	45'000	6	270
Total			740

- Parkplatzfläche: 6 Mio Fahrzeuge à 20 m² x 2 → 240 km²
- Unnutzbare Zusatzfläche: 200 km², Total: → 1'200 km²
- Gebäudefläche Schweiz: 400 km².
- Mobilitätsfläche rund 3 mal Gebäudefläche, versiegelt!!!
- Pro Auto: 200m² zusätzlicher Boden!

4.3 Mobilitätsverteilung

- Automobilität: grösster Landfresser
- Individualverkehr: 94% der gesamten Mobilitätsfläche.
- In dicht besiedelten Gebieten (Zürich): Auto transportiert 25% der Personen, beansprucht dabei 76% der Mobilitätsfläche (ungerecht)
- Bewohnern von dicht besiedelten Gebieten wollen Mobilität mit geringerem Flächenbedarf/ höhere Nutzungspreise
- Ausnutzung Strassen: 2.7%
- Stau: Alle zur gleichen Zeit an denselben Ort...

4.4 Die Raumfrage Zum Beispiel Zürich

- Stad
- Öff
- Stra
- Stra
- Park
- Erh
- Ein
- Anz
- Ein
- Ges
- Ges



Ist das schön?

gemeindesteuern

4.5 Von der autofreundlichen Stadt zur menschenfreundlichen Stadt

- **Autofreundliche Stadt**
- **Der automotorisierte Mensch ist mehr Wert als der Fussgänger**
- Fussgänger / Fahrradfahrer ist Hindernis → in die Unterführung
- Öffentlicher Platz den Autos
- Gratisparkplätze
- Lichtsignale: Auto wird bevorzugt
- Steueranreize fürs Auto
- Häuser Parkplatzobligatorium
- Motto: das Auto kauft ein
- **Menschenfreundliche Stadt**
- **Der Fussgänger ist gleich viel Wert wie der Automobilist**
- Langsamverkehr ist erwünscht (beanspruchtweniger Raum)
- Parkplätze: Selbsttragend
- Lichtsignalen: Langsamverkehr wird bevorzugt
- Abschaffung Steuervorteile fürs Auto
- Abschaffung Parkplatzobligatorium
- Motto: Menschen kaufen ein (rund 3 mal mehr Umsatz bei autofreien Strassen)

Geld & Zeit

5.1 Kostenberechnung individuelle Mobilität

	Länge [km]	Neuwert [Mio CHF/ km]	Neuwert [Mio CHF]	Unterhalt & Kapitalkosten 3.6% [Mio CHF]	Strassen- rechnung [Mio CHF]
Nationalstrassen	2'000	40	80'000	2'900	2'567
Kantonsstrassen	35'000	10	350'000	12'600	2'758
Gemeindestrassen	45'000	2.5	112'000	4'000	2'980
Total			542'000	19'500	8'305

- Jährliche Kosten: 3.6% (1% Zins, 50 Jahre Amortisation, 1% Unterhalt)
- Diese extrem teure Infrastruktur wird nur zu 2.7% genutzt!!!

5.2 Kostenberechnung individuelle Mobilität

Ausgaben	BFS 2010	BFS 2010 ohne MFSt	Gunzinger 2010
Bruttoausgaben Nationalstrassen	2567	2567	2900
Bruttoausgaben Kantonsstrassen	2758	2758	12600
Bruttoausgaben Gemeindestrassen	2980	2980	4000
Unfallkosten		2000	5000
Polizei		0	2000
Gemeingut CO2			
Gemeingut Lärm			
Gemeingut Raum			
Total Ausgaben	8305	10305	26500
Motorfahrzeugsteuern	2177	0	
Anteil LSVA	369	0	
Autobahnvignette	315	315	315
Zollertrag Motorfahrzeugimport	314	0	
MWst	129	0	
Mineralölsteuern	5001	9990	26185
Mineralölsteuern pro Liter	0.71	1.43	3.74
Importkosten (120\$/Berrel)	0.99	0.99	0.99
Benzinpreis	1.70	2.41	4.73
Rückerstattung pro Einwohner			

- Heute subventionieren Steuerzahlende die individuelle Mobilität mit rund 18.2 Mia CHF/a.
- Kostenwahrheit für individuelle Mobilität:
→ 30% Steuerreduktion
- Zusätzliche Einnahmen Bund durch MWst: 2 Mia CHF/a

5.3 Vorschlag Gemeingutabgeltung

- Luft: Schadenssumme 5% vom BIP (540 Mia CHF) → 27 Mia CHF/a
- Automobilität CO2: 21.7 Mt von 54 Mt Total → 10.9 Mia CHF /a
- Ruhe: Werteverlust an Liegenschaften von 10% (250 Mia CHF) → 7.5 Mia CHF/a (3%)
- Öffentlicher Raum: für Mobilität rund 1'200 km² zu CHF 500 / m² → 600 Mia CHF → 18 Mia CHF/a (3%)

5.4 Kostenberechnung individuelle Mobilität inkl. Gemeingüter

	BFS	BFS	Gunzinger	Gunzinger
Ausgaben	2010	2010	2010	2010
		ohne MFSt		inkl. GG
Bruttoausgaben Nationalstrassen	2567	2567	2900	2900
Bruttoausgaben Kantonsstrassen	2758	2758	12600	12600
Bruttoausgaben Gemeindestrassen	2980	2980	4000	4000
Unfallkosten		2000	5000	5000
Polizei		0	2000	2000
Gemeingut CO2				10900
Gemeingut Lärm				7500
Gemeingut Raum				18000
Total Ausgaben	8305	10305	26500	62900
Motorfahrzeugsteuern	2177	0		
Anteil LSVA	369	0		
Autobahnvignette	315	315	315	315
Zollertrag Motorfahrzeugimport	314	0		
MWst	129	0		
Mineralölsteuern	5001	9990	26185	62585
Mineralölsteuern pro Liter	0.71	1.43	3.74	8.94
Importkosten (120\$/Berrel)	0.99	0.99	0.99	0.99
Benzinpreis	1.70	2.41	4.73	9.93
Rückerstattung pro Einwohner				4789

- Benzinpreis von CHF 10 /l ist vernünftig
- Faire Abgeltung von Gemeingütern → bedingtes Grundeinkommen von rund CHF 4800
- Verschwender bezahlen, Umweltbewusste profitieren.

5.5 Die Zeitfrage

- Fahrdistanz CH-Automobil: Ø 16'000 km/a
- Fahrgeschwindigkeit: Ø 50 km/h
- Reisezeit: 320 h/a
- Zeit für Unterhalt etc.: Zusätzlich 80h/a
- Kosten Durchschnittsauto: CHF 0.76 pro km (TCS); → 12'000 CHF/a
- Nichtbezahlte Zusatzkosten: 20 Mia CHF/a → 3500 CHF/a
- Arbeitszeit für Mobilität: Ø 400h/a fürs Auto (25% der Arbeitszeit)
- «Zeitausgaben» für Automobilität Total: 800h/a (2.5 h/Tag)
- **Reisegeschwindigkeit Ø ca. 20km /h**

Was bringt die Zukunft?

6.1 Schlüsselbereiche für die Mobilität

Infrastruktur

Fahrzeug

Navigation

6.1 Aktive Sicherheit oder «No Crash Car»

- «No Crash Car» → defensiv fahrendes Auto (reduziert > 90% der Unfälle)
- Reaktionszeit Computer: 0.2s; Mensch: 0.5 – 1s
- Wenn der andere Fahrer einen Fehler macht: grössere Masse → höhere Überlebenspotential
- Umgang Gesetzgeber?
- In der Zukunft: «No Crash Car» Obligatorium (wie heute ein Gurten Obligatorium)?

6.2 Wie viel Mobilität braucht der Mensch?

- Bewegungsfreiheit ist seit der Französischen Revolution ein Menschenrecht → daran wollen wir festhalten
- Entscheidungsgrundlage: Transparente und ehrliche Kostenrechnung in der Mobilität
- 1. Limitierung: Zeit. Wollen wir wirklich 800h pro Jahr für die Mobilität «ausgeben» (zum Vergleich: wir arbeiten etwa 1800h pro Jahr)?
- 2. Limitierung: Raum. Die Fläche der Schweiz ist begrenzt. Wenn immer mehr Menschen in der Schweiz wohnen, so muss die Mobilitätsfläche begrenzt werden → flächeneffizientere Mobilität → weg vom Automobil
- Zukunft: Wohnen, arbeiten, einkaufen, Freizeitaktivitäten liegen nahe beieinander → geringe «Zeit» – Ausgaben für Mobilität



Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Vision meets reality.

Supercomputing Systems AG
Technopark 1
8005 Zürich

Phone +41 43 456 16 00
Fax +41 43 456 16 10
www.scs.ch

SCS
super computing systems