

Was würde eine fossilfreie Eigenversorgung bis 2035 kosten?

Zürich, 30. September 2019

Prof. Dr. Anton Gunzinger

Unternehmer

Supercomputing Systems AG

Technoparkstrasse 1

8005 Zürich

043 – 456 16 00

gunzinger@scs.ch

Was würde eine fossilfreie Eigenversorgung bis 2035 kosten?

1. Was kann die Schweiz machen?
2. Was macht die Schweiz?
3. Wieviel würde eine fossilfreie Schweiz kosten?
4. Was ist weltweit möglich?

Was würde eine fossilfreie Eigenversorgung bis 2035 kosten?

1. Was kann die Schweiz machen?
2. Was macht die Schweiz?
3. Wieviel würde eine fossilfreie Schweiz kosten?
4. Was ist weltweit möglich?

Was kann die Schweiz machen bezüglich Verbrauch?

- **Wärme**
 - Wärmedämmung
 - Wärmepumpe
 - Gut regeln
- **Mobilität**
 - Kurzstrecken zu Fuss (bis 500m) oder mit dem Fahrrad (5km)
 - Leichtere Fahrzeuge
 - Elektromobilität
 - Auf das Fliegen verzichten
- **Strom**
 - Ersetzen von Elektroheizungen
 - Ersatz von Elektroboilern mit Widerstandsheizung
 - Ersatz von Umwälzpumpen
 - Regeln statt steuern

Neue Erneuerbare Energiequellen

Solar:

- Kosten ursprünglich 60 ct./kWh; heute EU 7 ct./kWh
- **Grenzkosten: 1 ct./kWh**
- Produktion fluktuierend
- Potential CH: ~ 30 TWh/a

Wind:

- Kosten: etwa Hälfte Solarenergie
- Heute 2 – 4 MW/ Windturbine
- Produktion fluktuierend
- Potential CH: ~ 10 TWh/a

Biomasse

- Holz, Klärschlamm, Bioabfälle
- Potential CH: 6 - 10 TWh/a



Ist Kernenergie eine Alternative?

- Olkiluoto III (Finnland), 1600 MW, Europäischer Druckwasserreaktor (EPR), Bau durch Konsortium Areva (F) und Siemens (D)
- 2005: Kosten 3.0 Mia €, geplante Betriebsaufnahme 2011
- 2008: Kosten 4.5 Mia €, geplante Betriebsaufnahme 2012
- 2009: Kosten 5.5 Mia €, geplante Betriebsaufnahme 2013
- 2011: Kosten 6.6 Mia €, geplante Betriebsaufnahme 2014
- 2012: Kosten 8.5 Mia €, geplante Betriebsaufnahme 2015
- 2015: Kosten 9.0 Mia €, geplante Betriebsaufnahme 2018
- 2017: Kosten ??? Mia €, geplante Betriebsaufnahme Ende 2019

- Aktie von Areva: 90% an Wert verloren

Ist Kernenergie eine Option?

Produktion:

- früher 2 Rp./kWh, heute 15 Rp./kWh

Entsorgung Schweiz:

- Kassabestand (2016) 6 Mia CHF
- Entsorgung (BFE, 2006) 18 Mia
- Entsorgung (BFE, 2014) 25 Mia
- Entsorgung (BFE, 2016) 27 Mia
- Entsorgung Gunzinger 50 Mia
- **Endlager: 2 – 4 Rp./kWh Zusatzkosten**
- **Grösstes finanzielles Desaster in der Geschichte der Schweiz**
- **Alle nuklearen Anlagen (AKW's, Zwiilag, nagra) in swiss nuclear AG zusammen legen («Bad Bank»), sonst gehen Stromkonzerne in Konkurs**
- **Am Ende bezahlen die Steuerzahler**

Erntefaktor

- **Definition: Verhältnis von (Nutzenergie) / (Energieaufwand für Herstellung und Betrieb der Anlage)**
- **Sonne (erneuerbar) wird nicht mitgerechnet**
- **Erntefaktor \neq Wirkungsgrad**
- **Wasser: 50 – 200**
- **Wind: 25 – 50**
- **PV: 20 – 40**
- **Kohle: 0.3 – 0.5**
- **Verbrennungsmotor: 0.1 – 0.3**
- **AKW: 0.01 – 0.02**

Was würde eine fossilfreie Eigenversorgung bis 2035 kosten?

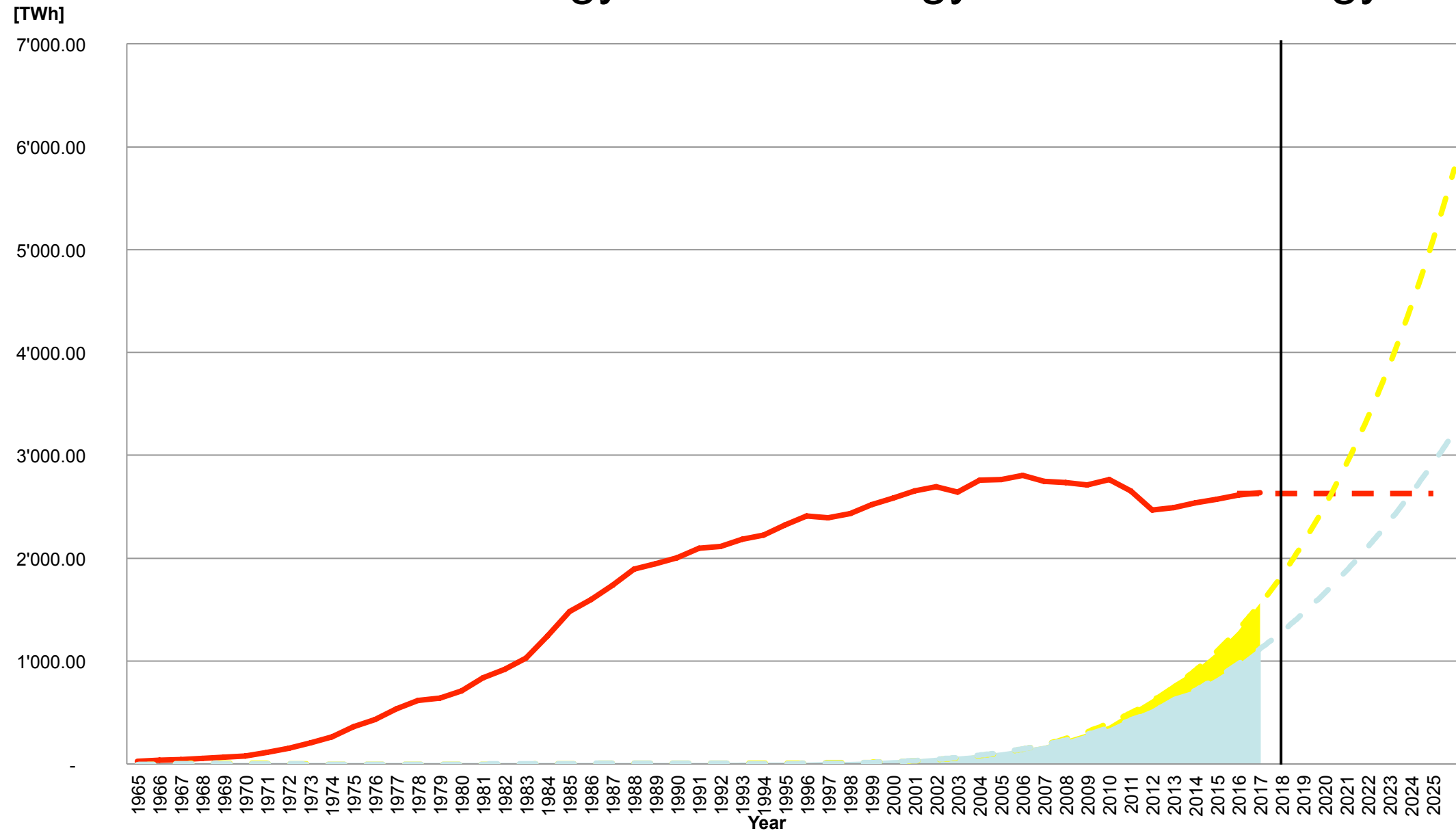
1. Was kann die Schweiz machen?
2. Was macht die Schweiz?
3. Wieviel würde eine fossilfreie Schweiz kosten?
4. Was ist weltweit möglich?

Was macht die Welt?

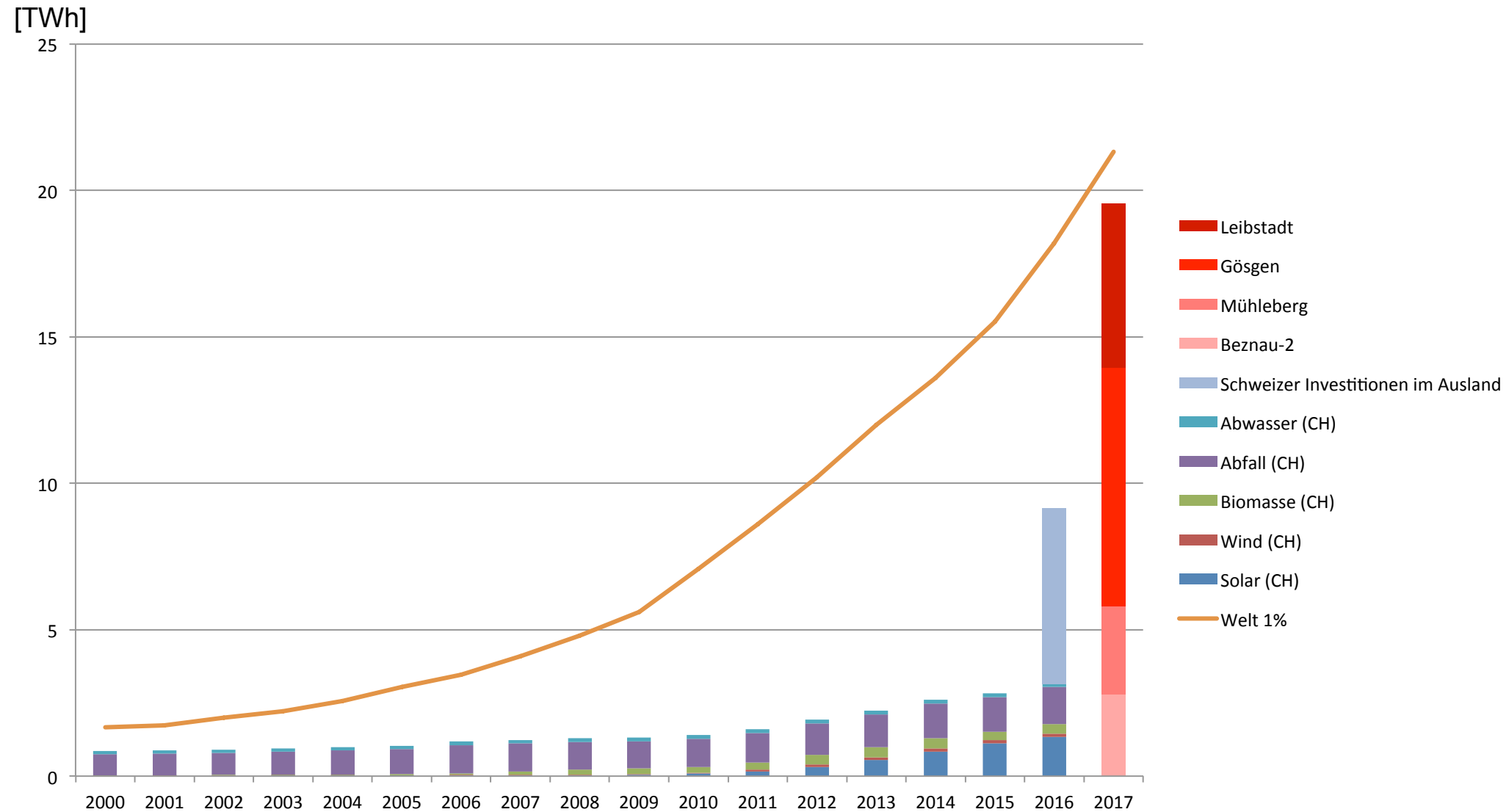
- **Zubau neue erneuerbare Energie weltweit 2017
(Grundlage BP Energy Outlook):**
- **Zubau neue Erneuerbare 2017: ~ 300 TWh (35 grosse AKWs)**
- **Wachstum 17 %/a**

BP Nuclear, Wind and Solar Energy Comparison

■ Solar + Wind Energy ■ Wind Energy — Nuclear Energy



Was macht die CH bezüglich neue erneuerbare Energien: Produktion & Investments (CH): 1% der Weltproduktion



Die Welt in 5 Jahren...

- **Kosten Solarenergie CH:** **5.5 Rp./kWh**
(1000 CHF/ kWp, 1000h/a, 1% Zins, 1% Unterhalt, 25 Jahre Amortisation)
- **Kosten Solarenergie USA:** **2.75 c /kWh**
(500 \$/ kWp, 1000h/a, 1% Zins, 1% Unterhalt, 25 Jahre Amortisation)
- **Grenzkosten Solarenergie CH:** **1.0 Rp./kWh**
(1000 CHF/ kWp, 1000h/a, 1% Zins, 1% Unterhalt, 25 Jahre Amortisation)
- **Kosten Batteriespeicherung:** **1.0 Rp./kWh**
(100 CHF/ kWh, 5000 Zyklen, 50% der Energie wird gespeichert)
- **Kosten Öl CH:** **75 Rp./l**
- **Kosten Öl CH:** **7.5 Rp./kWh**
- **Kosten synthetisches Gas (CO₂-frei) CH:** **7.9 Rp./kWh**
- **Achtung: elektrische Energie ist viel wertvoller als Öl-Energie (mindestens Faktor 4)**

Was würde eine fossilfreie Eigenversorgung bis 2035 kosten?

1. Was kann die Schweiz machen?
2. Was macht die Schweiz?
- 3. Wieviel würde eine fossilfreie Schweiz kosten?**
4. Was ist weltweit möglich?

Energiekosten Schweiz von 2016 bis 2050 (ohne Steuern und Abgaben)

	WWB
Kosten Inland [Mia CHF]	490
Kosten Ausland [Mia CHF]	1610
Kosten Total [Mia CHF]	2100

Energiekosten Schweiz von 2016 bis 2050 (ohne Steuern und Abgaben)

	WWB	ES2050	Gunzinger
Kosten Inland [Mia CHF]	490	590	690
Kosten Ausland [Mia CHF]	1610	1350	420
Kosten Total [Mia CHF]	2100	1940	1110
Anzahl Beschäftigte [Tausend]	140	169	196
CO ₂ -Ausstoss (2035) [t]	5.2	5.1	0.9

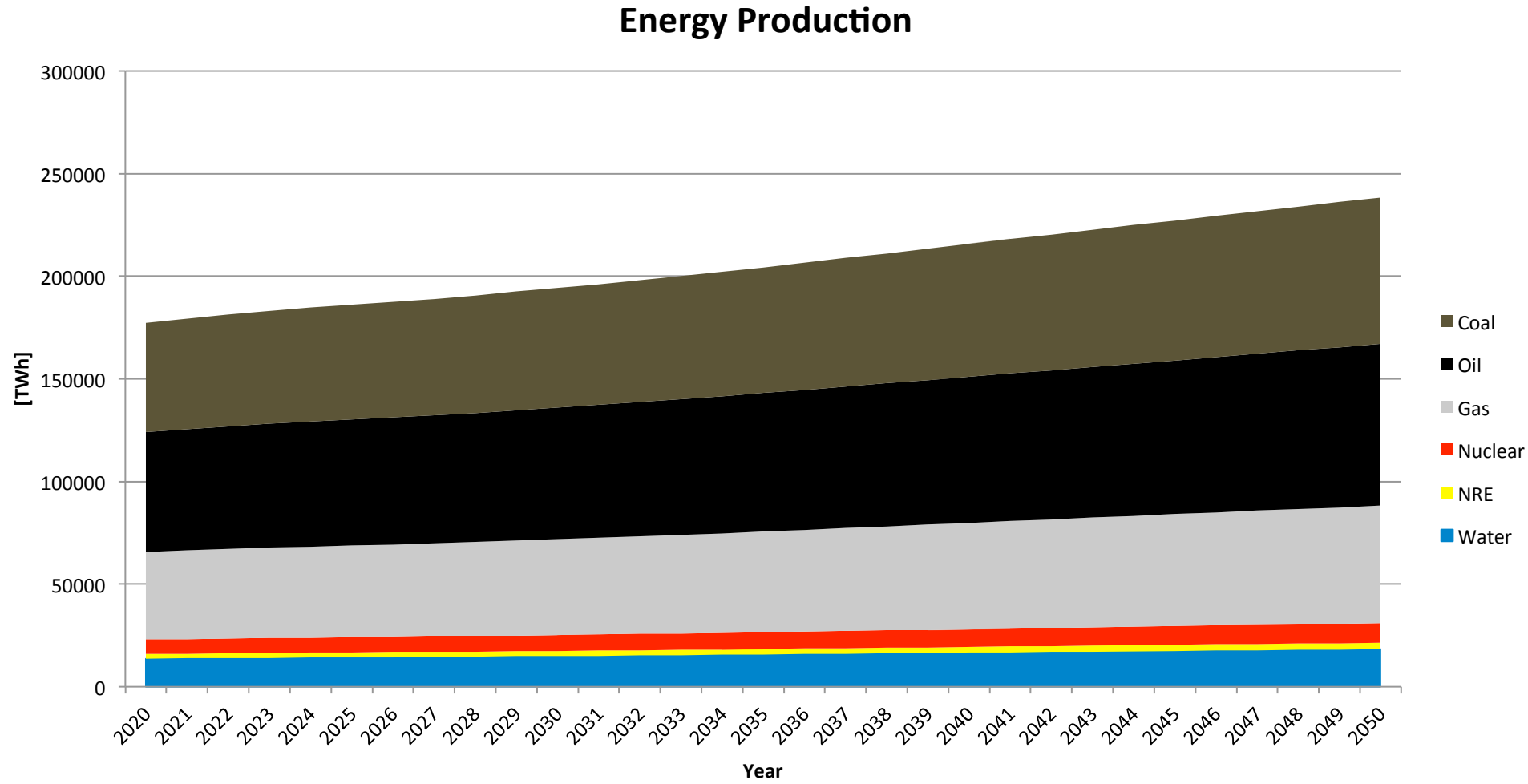
Was würde eine fossilfreie Eigenversorgung bis 2035 kosten?

1. Was kann die Schweiz machen?
2. Was macht die Schweiz?
3. Wieviel würde eine fossilfreie Schweiz kosten?
4. Was ist weltweit möglich?

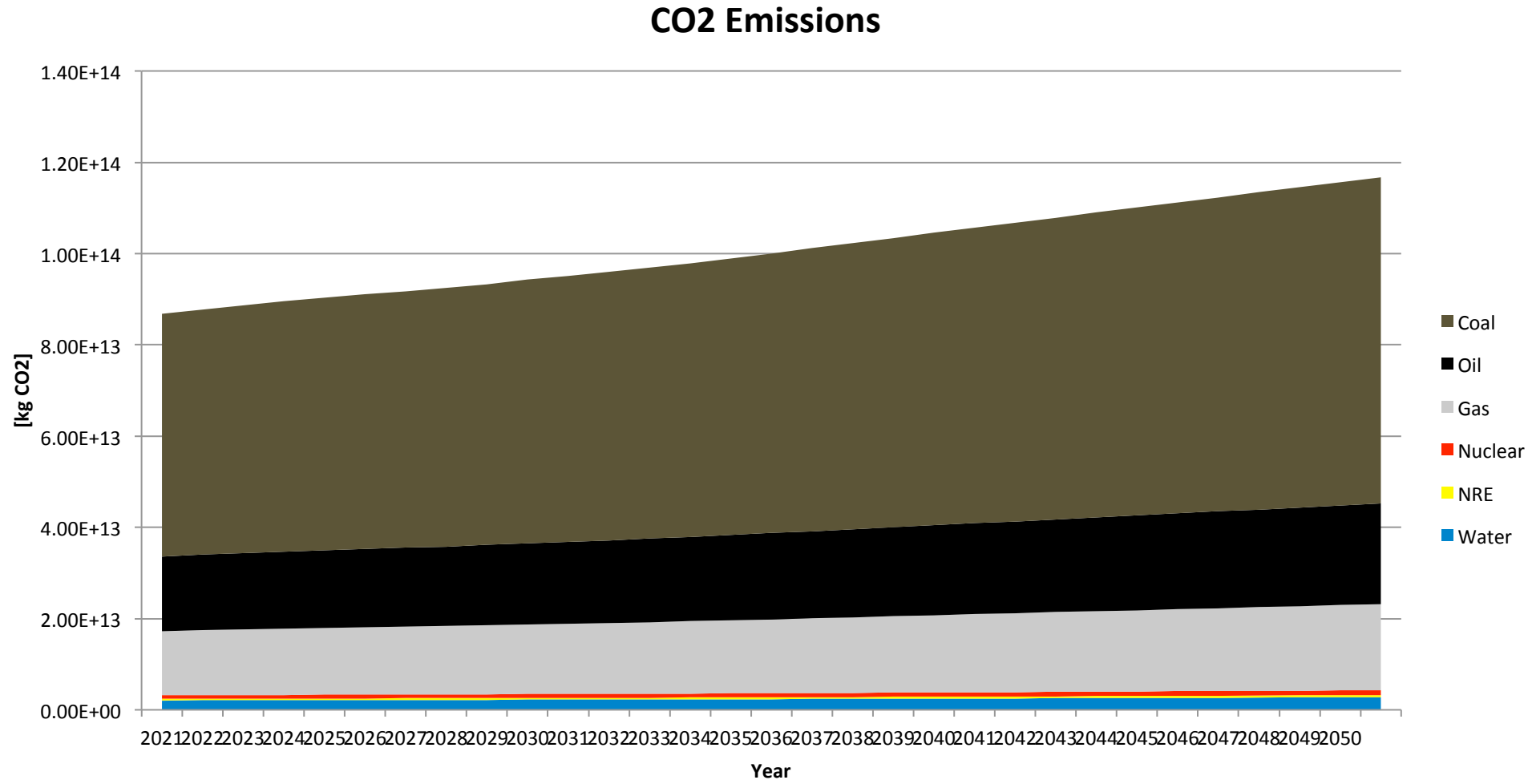
Was ist weltweit möglich?

- **Grundlage Energiebedarf Welt: Amerikanische Energiebehörde**
- **Ziel: Temperatur Anstieg maximal 2°C**
→ **Maximaler Ausstoss CO₂ auf 900 Gt bis 2050 beschränkt (Reto Knuti, ETHZ)**
- **Szenario A:**
 - Weiter wie bisher
- **Szenario B:**
 - Zunahme Zubau NEE (neue Erneuerbare Energien) wie heute (20% pro Jahr)
 - Kernenergie, Kohle, Öl und Gas werden durch NEE ersetzt
 - Effizienz Steigerung durch Strom: Faktor 4
 - Je 5% Restmenge bei Öl und Gas
 - Preise NEE wie heute.
- **Was geschieht?**
- **CO₂ Entwicklung?**
- **Kostenentwicklung?**

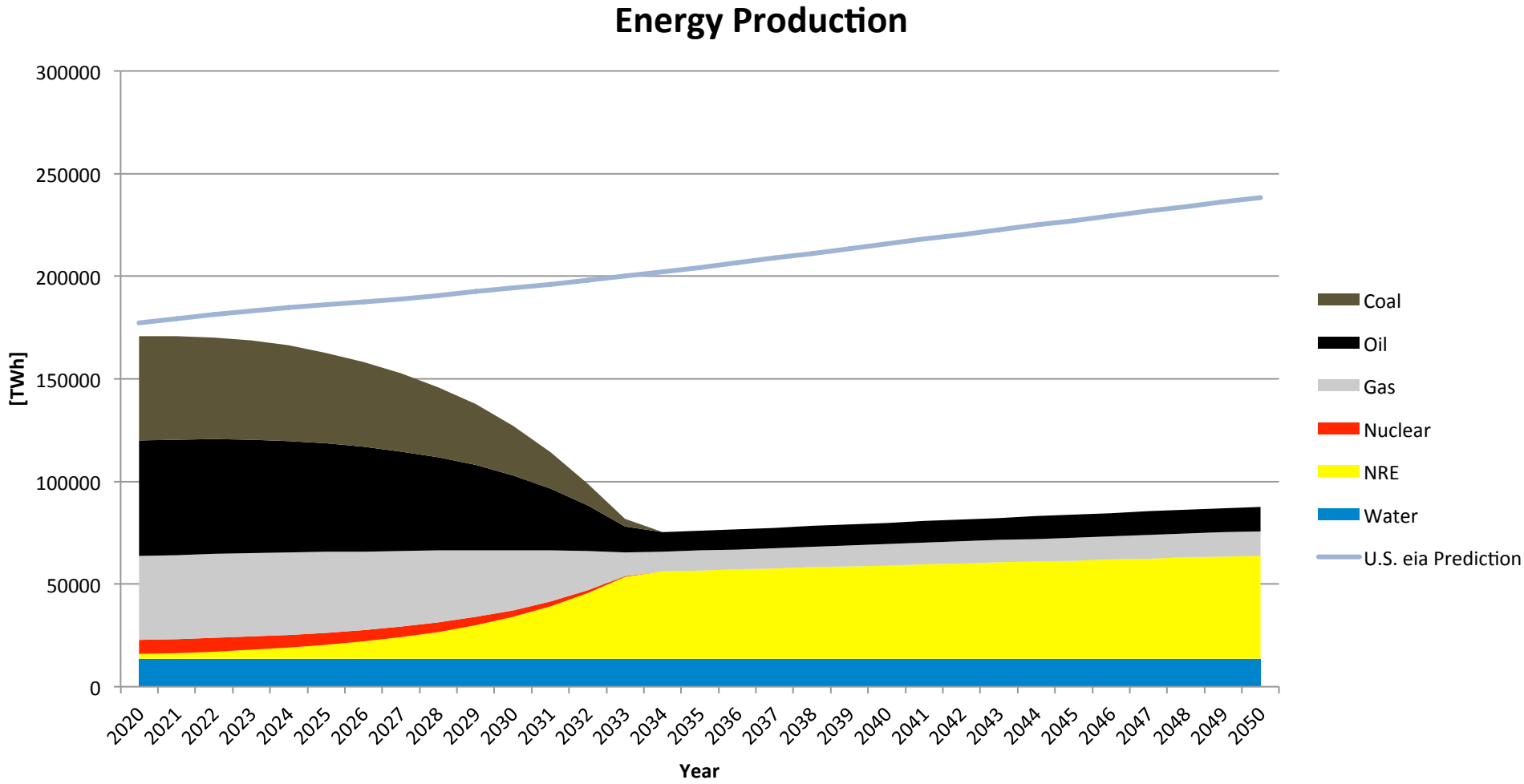
Reference Scenario A: Energy Production



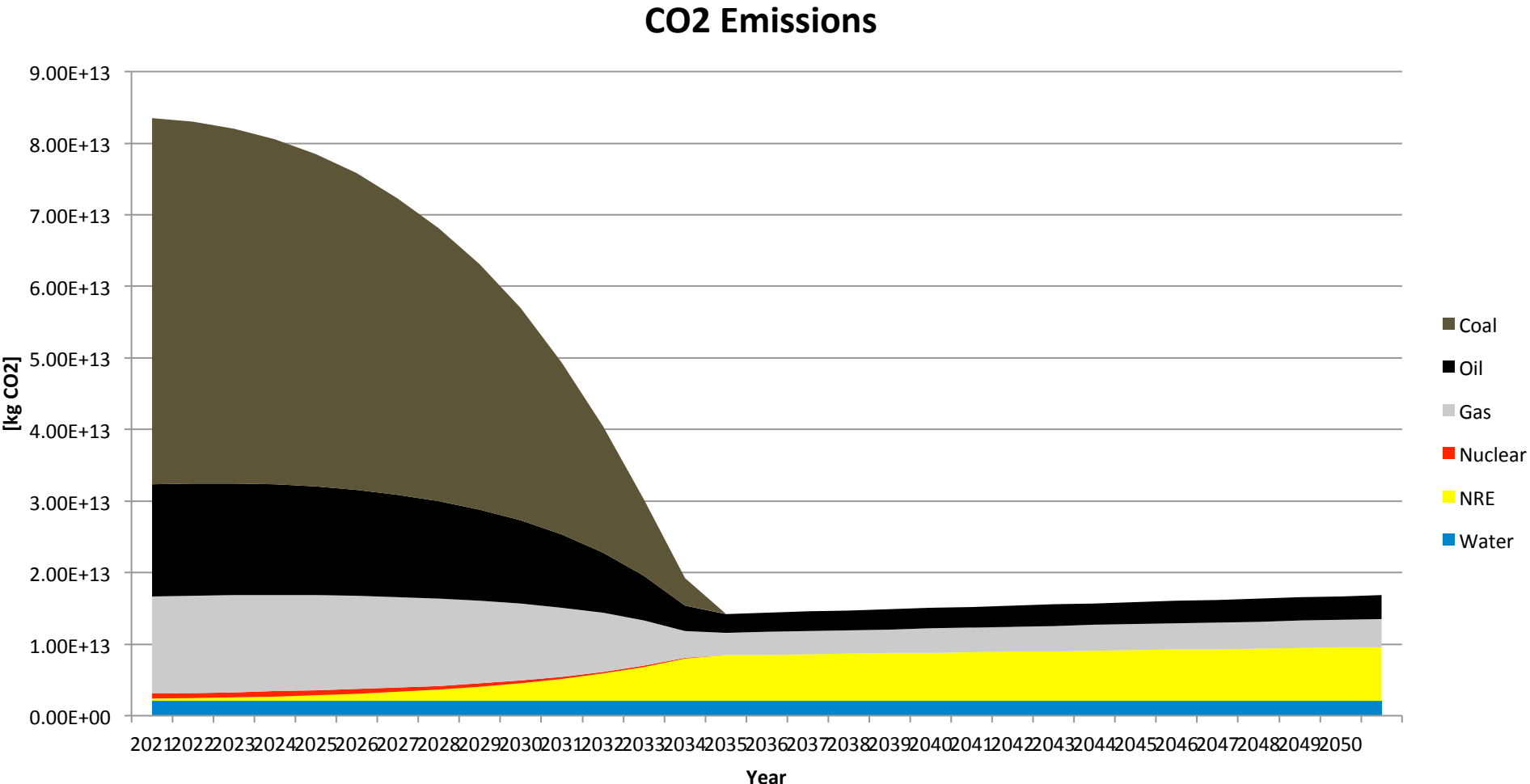
Reference Scenario A: CO₂ Emissions



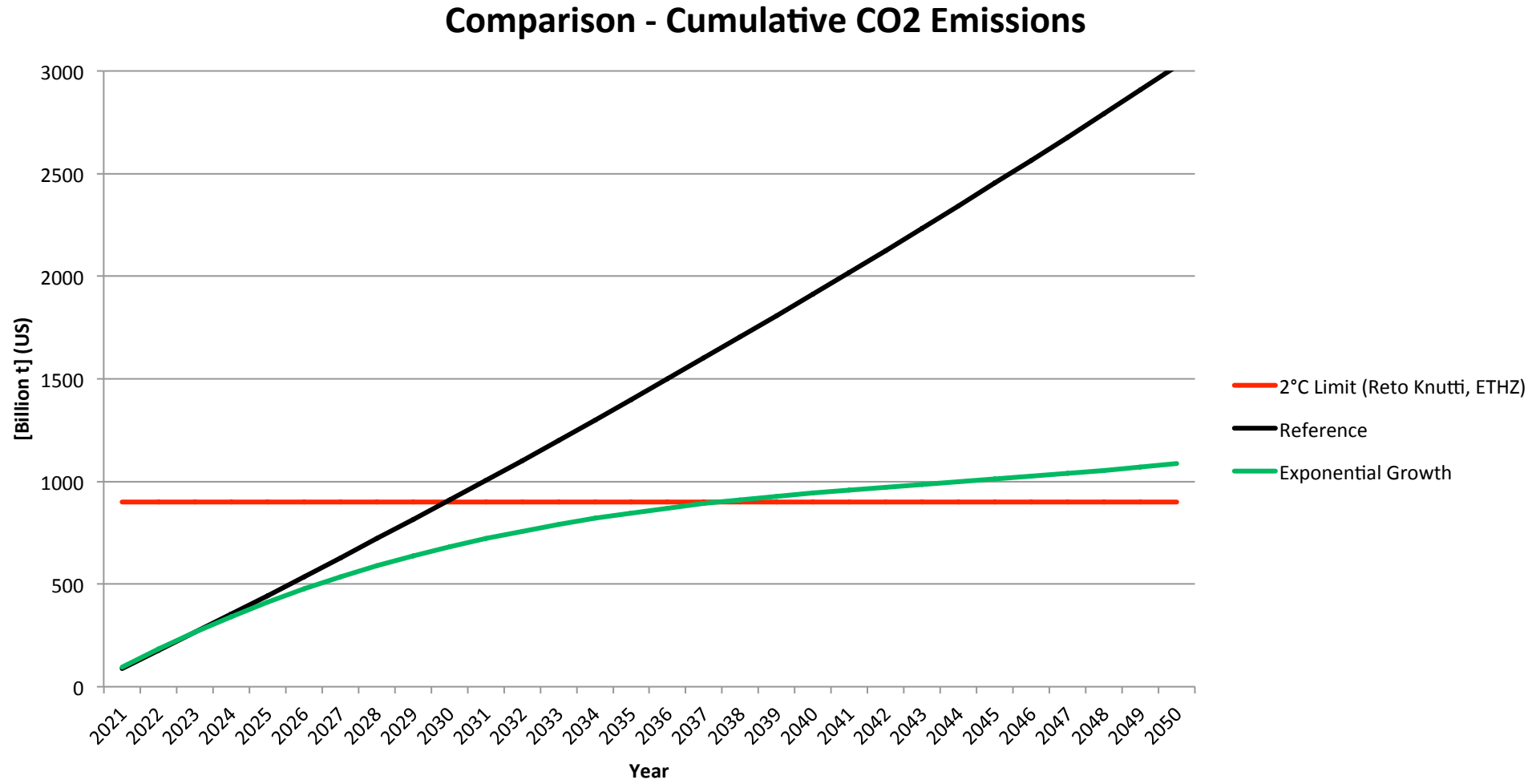
Scenario B: NRE – Energy Production



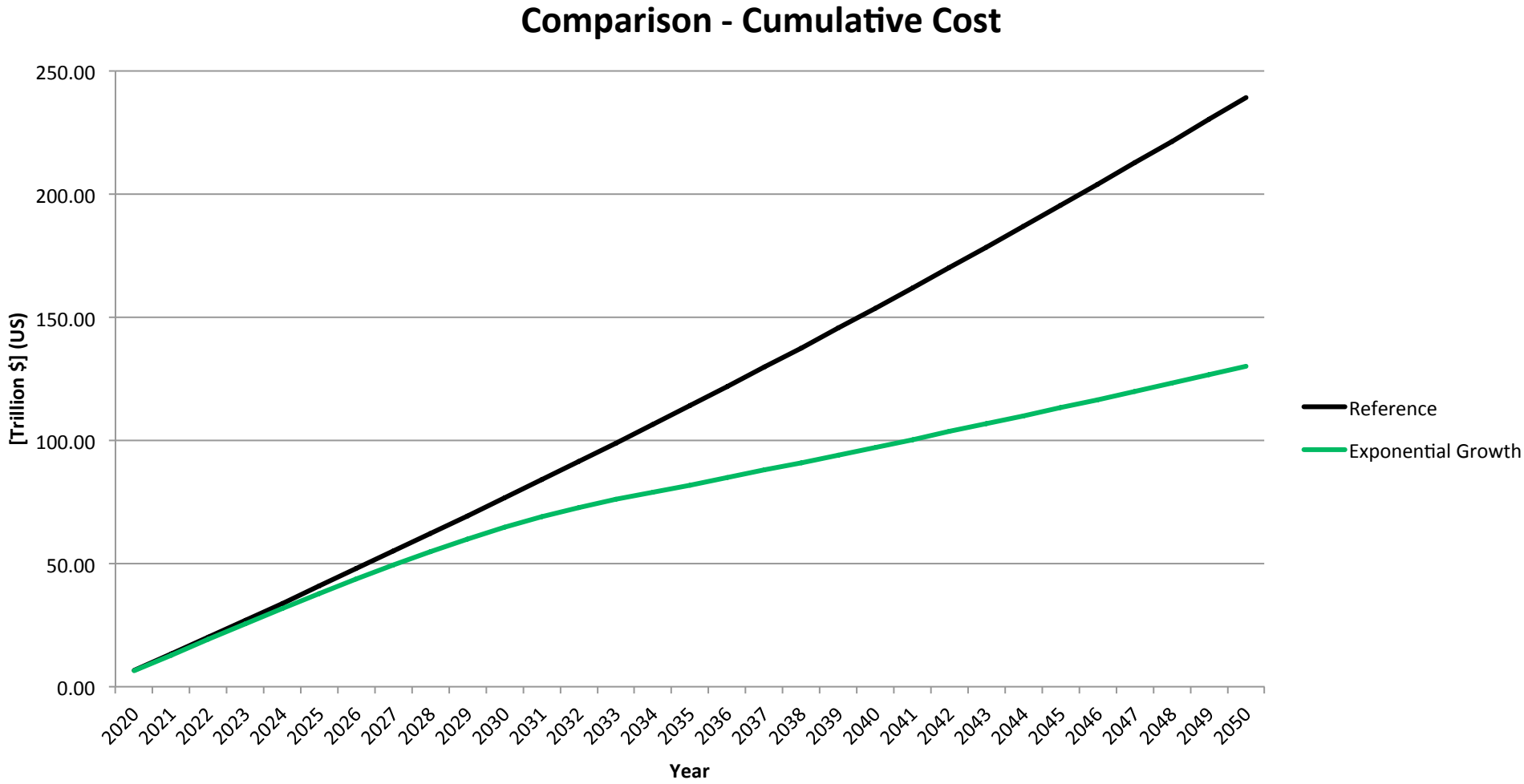
Scenario B: NRE – CO₂ Emissions



Comparison – Cumulative CO₂ Emissions



Comparison – Cumulative Cost



Welche Veränderungen kommen auf uns zu?

- Mit den neuen Erneuerbaren ist das 2° Szenario möglich
- Mit den neuen Erneuerbaren reduzieren sich die Kosten für Energie global bis 2050 um etwa 100'000 Mia\$ oder 3'000 Mia\$/Jahr oder 5% des Welt BIP
- Die Investitionen in fossile Energien (6000 Mia\$/a) werden wertlos
- Es finden keine Ressourcen-Kriege mehr statt
- Mit dieser Strategie werden global etwa 100 Mio Menschen arbeitslos, aber es gibt mehr Arbeit in den Industrienationen
- Wir werden nur noch elektrisch Auto fahren: Unterhaltskosten halbieren sich, Europäische und Amerikanische Autoindustrie sind schlecht vorbereitet.
- Es findet ein kompletter Machtumbau statt, lokal & global

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Vision meets reality.