

## **Erneuerbare Energien – reicht die Kraft von Sonne, Wind und Wasser?**

Marco Berg, Präsident Energiekommission SATW und Geschäftsführer Klimarappen

Die Schweiz verfügt über ein beträchtliches technisch nutzbares Potential an einheimischen erneuerbaren Energien. Bei Ausschöpfung dieses Potentials könnte sich die Produktion von Nutzwärme, Strom und Treibstoffen aus erneuerbaren Energiequellen von heute 41.9 TWh bis zum Jahr 2050 auf 85.2 TWh erhöhen. Ohne Grosswasserkraftwerke könnte die Produktion von 7.9 TWh auf 49.2 TWh anwachsen.

Sofern der Energieverbrauch bis 2050 nicht unter das heutige Niveau sinkt, könnte selbst mit diesem Wachstum lediglich gut ein Drittel der benötigten Energie aus einheimischen erneuerbaren Quellen zur Verfügung gestellt werden. Gemäss den vom Bundesamt für Energie kürzlich erarbeiteten Energieperspektiven könnte bei einer forcierten Energieeffizienzpolitik sogar knapp die Hälfte der verbrauchten Energie aus einheimischen erneuerbaren Quellen stammen.

Eine mehrheitlich, zu drei Vierteln auf einheimischen erneuerbaren Energiequellen beruhende Versorgung bis zum Jahre 2050 verlangt eine Kombination der Umsetzung der hier aufgezeigten Potentiale mit der vom Bundesrat als strategisches Ziel deklarierten 2000 W-Gesellschaft. Eine nachhaltige Energieversorgung der Schweiz ist somit grundsätzlich möglich. Sie ist aber weder kurzfristig noch einfach zu realisieren. Limitierend ist nicht das eigentliche technisch nutzbare Potential, sondern die volkswirtschaftlich vertretbare Umsetzungsgeschwindigkeit, insbesondere bei der Gebäudeerneuerung. Eine aktive, griffige Energiepolitik ist jetzt und in den kommenden Jahren vonnöten, um die sich bietenden Chancen für die langfristige Sicherstellung einer ausreichenden, wirtschaftlichen und umweltverträglichen Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energiequellen zu nutzen.

Kontakt:

Dr. Marco Berg, Geschäftsführer  
Stiftung Klimarappen  
Freiestrasse 167, 8032 Zürich  
T +41-44-387 99 02  
F +41-44-387 99 09  
M +41-79-829 71 03  
[www.stiftungsklimarappen.ch](http://www.stiftungsklimarappen.ch)

**SATW**  
 Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften  
 Académie suisse des sciences techniques  
 Accademia svizzera delle scienze tecniche  
 Swiss Academy of Engineering Sciences

## Erneuerbare Energien Schweiz

Reicht die Kraft von Sonne, Wind und Wasser?

Dr. Marco Berg  
 Präsident Energiekommission SATW

## Grosse Abhängigkeit von importierter, nicht erneuerbarer Energie

Fakten zum Schweizer Energieverbrauch

- < 25% elektrische Energie
- < 10% Kernenergie
- > 60% fossile Energie
- 85% nicht erneuerbare Energiequellen



SATW

## Road Map Erneuerbare Energien Schweiz

Eine Analyse zur Erschliessung der Potenziale bis 2050

- Wärmepumpen
- Solarthermie
- Tiefe Geothermie
- Biomasse
- Photovoltaik
- Windkraft
- Wasserkraft



SATW

## Biomasse

Die heterogene Energiequelle

- Herkunft  
Biogene Abfälle, Altholz, Rückstände aus Agrar- und Forstwirtschaft, Nutzpflanzen.
- Technologie  
Verbrennung, Gasproduktion, Gärung
- Produkte  
Wärme, Elektrizität, Gas, flüssiger Treibstoff
- Kosten  
negative (Entsorgungskosten vermeiden) oder hohe (Nutzpflanzen)
- Potenzial  
Total 33 TWh

SATW

## Biomasse

Kennzahlen zur Stromproduktion

	2003	2050
Stromproduktion (TWh)	0.78	3.8
Installierte Anlagen	580	2350
Investitionskosten (Fr./kWh)	2500	2000
Betriebskosten (Rp./kWh)	13.6	9.3
Gestehungskosten (Rp./kWh)	17.6	12.0

SATW

## Solarthermie

Ausschliesslich Wärmeproduktion

- Hauptanwendung  
Warmwasseraufbereitung
- Technologie  
Flachkollektoren
- Speicherung  
Einige Tage unproblematisch, saisonal schwierig bzw. teuer
- Potenzial  
Begrenzt durch Warmwasserbedarf: 4.4 TWh

SATW

**Solarthermie**

Kennzahlen zur Wärmeproduktion mit Sonnenkollektoren

	2003	2050
Wärmeproduktion (TWh)	0.19	4.4
Installierte Anlagen	39000	400000
Investitionskosten (Fr./kW)	1600	1150
Betriebskosten (Rp./kWh)	4.2	2.7
Gestehungskosten (Rp./kWh)	25.2	11.4

SATW

**Windkraft**

Ausschliesslich Elektrizität

- Weltweit hohe Zuwachsraten.
- Produktion  
Unregelmässige Produktion, nicht auf Nachfrage.  
Maximale Produktion komplementär zu Photovoltaik und Wasserkraft
- Kosten  
Kostenreduktion in den kommenden Jahren.  
Durchschnittliche Windgeschwindigkeit beeinflusst Rentabilität.
- Potenzial  
Total 4 TWh (nur Windfarmen berücksichtigt).

SATW

**Windkraft**

Kennzahlen zur Stromproduktion

	2003	2050
Stromproduktion (TWh)	0.005	1.2
Installierte Anlagen	6	650
Investitionskosten (Fr./kW)	1900	1500
Betriebskosten (Rp./kWh)	6.7	3.8
Gestehungskosten (Rp./kWh)	27.2	12.5

SATW

**Photovoltaik**

Grosses Potenzial / hohe Kosten?

- Produktion  
Intermittierende Produktion.  
Höhepunkt tagsüber im Sommer.
- Potenzial  
Durch verfügbare Dachflächen bedingt.  
Weitere Einschränkungen durch Netzregulation und Speicherkapazität. Total 5.7 TWh.
- Kosten  
Die Kosten fallen, liegen aber immer noch höher als bei Alternativen.

SATW

**Photovoltaik**

Kennzahlen zur Stromproduktion

	2003	2050
Stromproduktion (TWh)	0.017	5.7 (1.9)
Installierte Anlagen	1580	240000 (80000)
Investitionskosten (Fr./kW)	7500	2200
Betriebskosten (Rp./kWh)	5.7	3.4
Gestehungskosten (Rp./kWh)	78.6	13.4

SATW

**Tiefe Geothermie**

Die grosse Unbekannte

- Technologie  
Die am wenigsten ausgereifte Technologie.
- Potenzial  
Geschätztes Gesamtpotenzial 7 TWh Elektrizität.  
Volle Nutzung bis 2050 unwahrscheinlich.

SATW

### Tiefe Geothermie

Kennzahlen zur Wärme- und Stromproduktion

	Wärme	Strom
Energieproduktion (TWh)	2.4	2.1
Installierte Anlagen	Total 20	
Investitionskosten (Fr./kW)	2500	3500
Betriebskosten (Rp./kWh)	3.3	4.3
Gestehungskosten (Rp./kWh)	5.4	6.3

SATW

### Gesamtproduktion in TWh

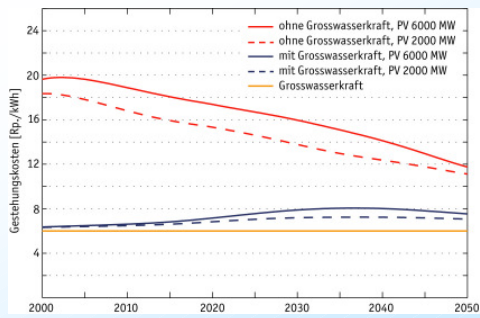
aus erneuerbaren Energiequellen

	2003	2050/2070
Biomasse	6.7	23.0
Windkraft	0.005	1.2
Photovoltaik	0.017	5.7 (1.9)
Tiefe Geothermie	0.0	4.5
Wärmepumpen	1.4	15.6
Solarthermie	0.19	4.4
(Gross) Wasserkraft	34.0	36.0
(Klein) Wasserkraft	0.3	1.3
<b>Total</b>	<b>42.6</b>	<b>91.7</b>

SATW

### Gestehungskosten für Stromerzeugung

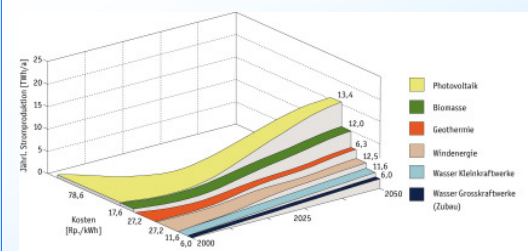
aus erneuerbaren Energiequellen



SATW

### Stromproduktion

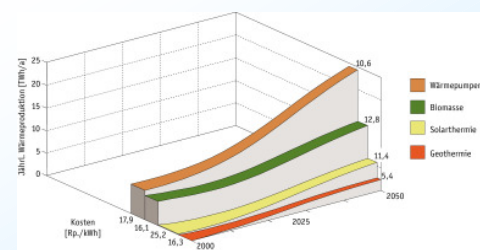
aus erneuerbaren Energiequellen



SATW

### Wärmeproduktion

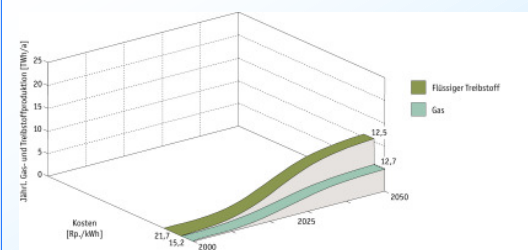
aus erneuerbaren Energiequellen



SATW

### Gas- und Treibstoffproduktion

aus erneuerbaren Energiequellen



SATW

## Zusammenfassung

- Steigerung der Energieproduktion aus inländischen, erneuerbaren Quellen um Faktor 2 bzw. 6 (ohne Grosswasserkraft) bis 2050 möglich.
- Einheimische erneuerbare Energien können 2050 decken:
  - 1/3 des heutigen Energiebedarfs
  - ½ des Energiebedarfs gemäss Szenario IV Energieperspektiven
  - ¾ des Energiebedarfs der 2000 Watt-Gesellschaft
- Volkswirtschaftliche Kosten sind tragbar:
  - Max. 500 Mio. Fr. Investitionen pro Jahr
  - Max. um 1.5 Rp./kWh höhere Stromgestehungskosten
- Aktive, griffige Energiepolitik ist nötig zur Realisierung

SATW