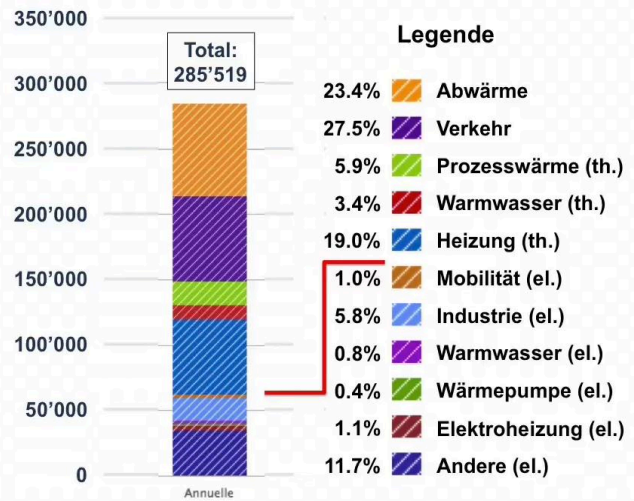


EPFL



## Endenergieverbrauch 2011 [GWh]



Energiewende in der Schweiz

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Teilnehmer, in der letzten Lektion haben wir gesehen mit welchen Szenarien der Bund für den Endenergieverbrauch in den Jahren 2035 und 2050 rechnet. Auf dieser Graphik sehen wir nochmals den Endenergieverbrauch von 2011, unserem Referenzjahr. In dieser Lektion schauen wir uns nun die Szenarien bezüglich der Elektrizität etwas genauer an. Die Nachfrage nach Elektrizität wird in diesem Balkendiagramm durch die Balken unterhalb der roten Linie dargestellt. Um diese Szenarien zu untersuchen, benutzen wir, wie schon in der letzten Lektion, den EnergyScope Rechner.

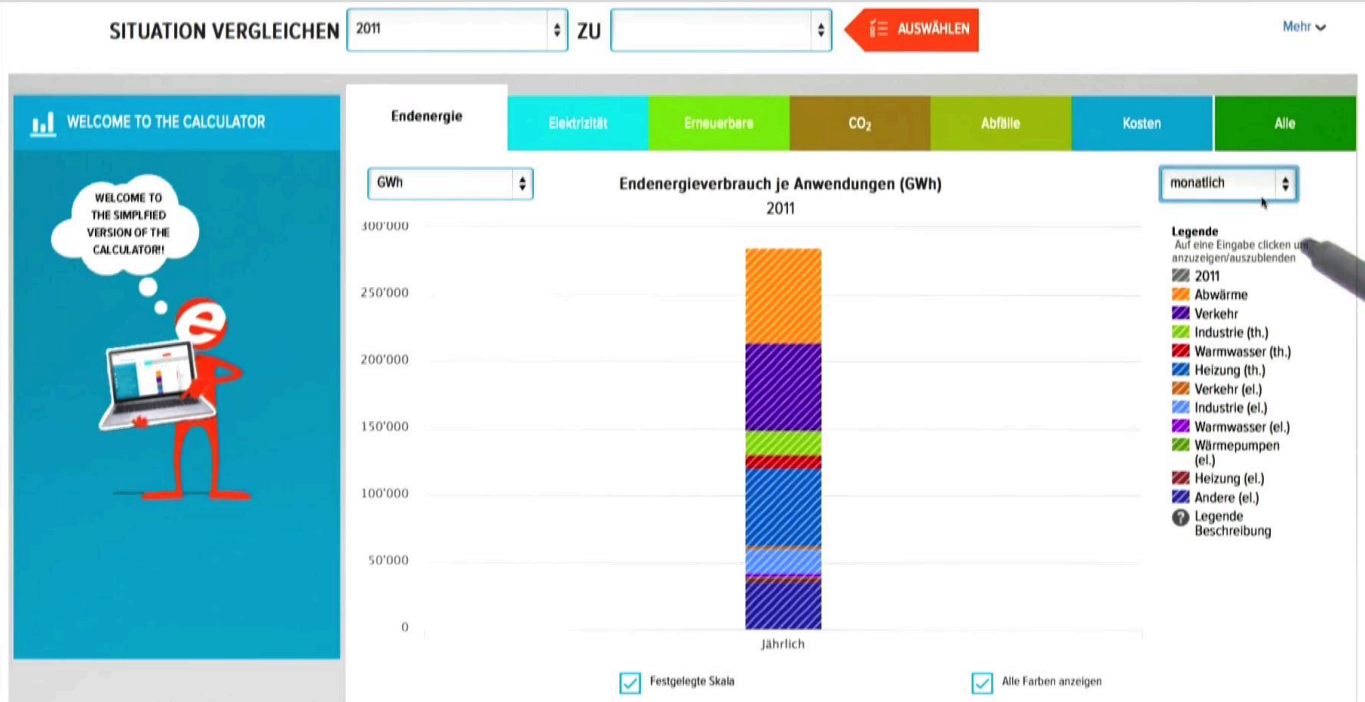
Notes

Summary



0m 04s

# EnergyScope Calculator



Wir starten nun den EnergyScope Rechner und sehen gleich die Darstellung des gesamten jährlichen Energieverbrauches 2011 und wechseln nun auf die monatliche Darstellung, die es uns erlaubt, die saisonalen Schwankungen zu erfassen.

Notes

Summary



0m 46s

# EnergyScope Calculator

SITUATION VERGLEICHEN

2011

ZU

AUSWÄHLEN

Mehr

WELCOME TO THE CALCULATOR

WELCOME TO  
THE SIMPLIFIED  
VERSION OF THE  
CALCULATOR!



Endenergie

Elektrizität

Erneuerbare

CO<sub>2</sub>

Abfälle

Kosten

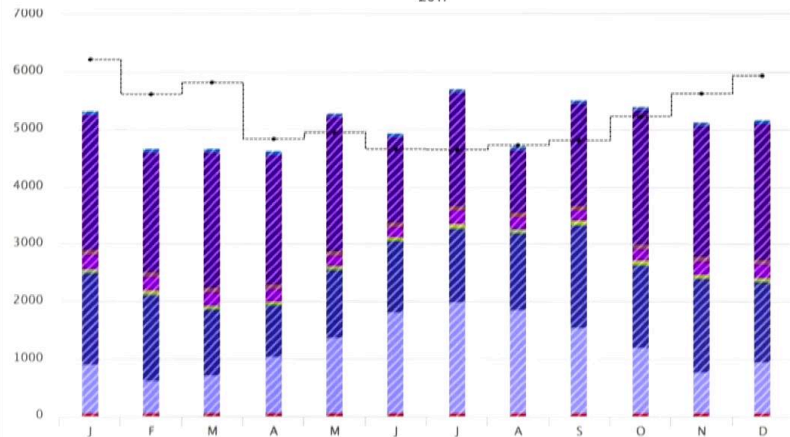
Alle

GWh

Stromversorgung & Nachfrage (GWh)

2011

monatlich



**Legende**  
Auf eine Eingabe klicken um  
anzuzeigen/auszublenden  
2011  
ref. DEMAND  
Saisonaler  
Speicher  
Kernkraft  
Gaskraftwerke  
Kohle  
Wärmekraftkopplung  
Solar PV  
Windenergie  
Speicherwasserkraft  
Laufwasserkraft  
Geothermie  
Legende  
Beschreibung

Festgelegte Skala

Alle Farben anzeigen

Notes

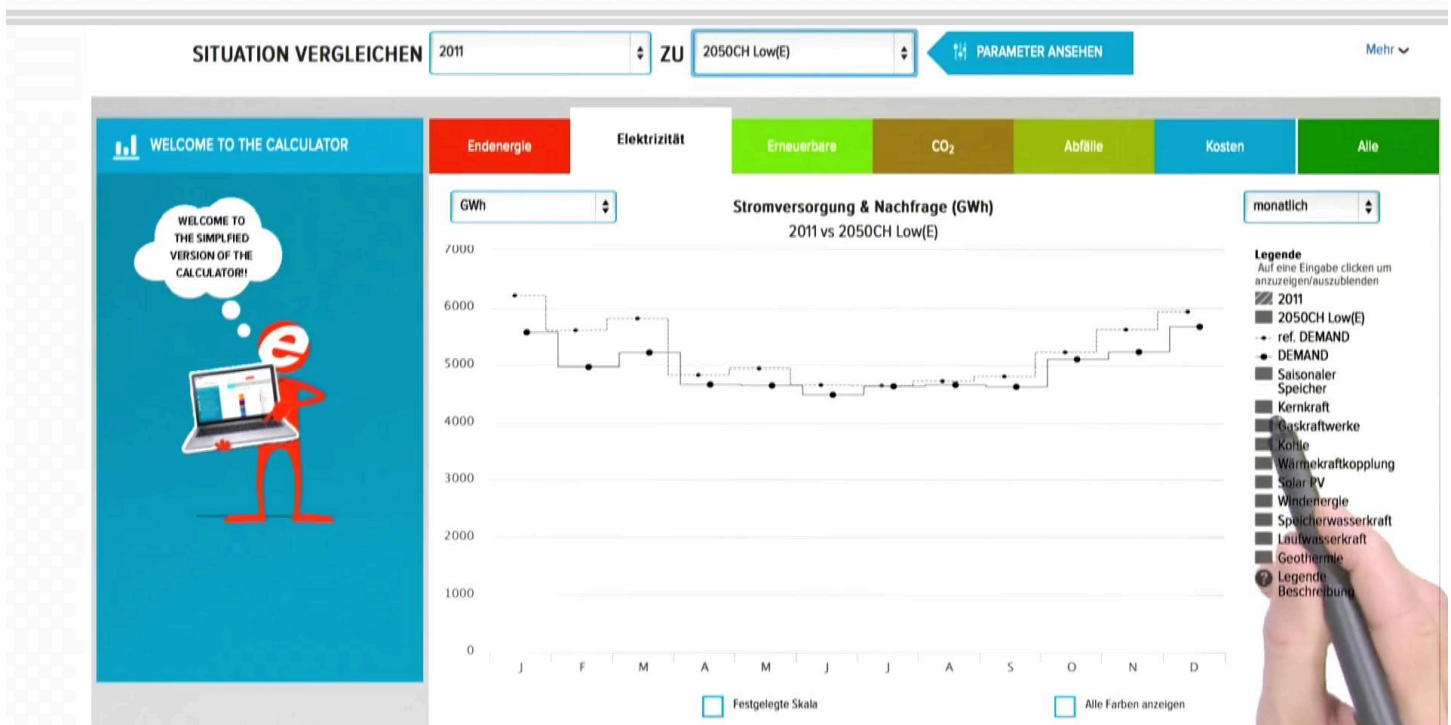
Wir interessieren uns nun lediglich für die Elektrizität und klicken daher auf das Tab "Elektrizität". Und wir sehen auf diesem Diagramm gleich die Nachfrage nach Elektrizität für 2011, hier durch die gestrichelte Linie dargestellt. Die Balken stellen die monatliche schweizerische Produktion in Gigawattstunden (GWh) dar, von Januar bis Dezember und wir sehen hier auch wieder das bekannte Elektrizitätsdefizit, das jeweils in den Wintermonaten auftaucht. Um nur die Nachfrage darzustellen, schalten wir nun die farbigen Balken aus, indem wir hier unten rechts auf dieses Kästchen drücken.

Summary



1m 04s

# EnergyScope Calculator



Zum Vergleich können wir jetzt hier oben ein weiteres Szenario hinzuschalten, zum Beispiel das Szenario der neuen Energiepolitik für 2050. Es erscheint dabei eine zweite Linie, die durchgezogene Linie hier, die den projizierten Elektrizitätsverbrauch für das tiefste Verbrauchsszenario für 2015 darstellt. Wir können klar sehen, dass im Winter die Nachfrage nach Elektrizität gegenüber 2011 etwas tiefer liegt. Nun können wir die verschiedenen farbigen Balken die der inländischen Energieproduktionen entsprechend wieder einschalten und so 2011 und 2050 miteinander vergleichen.

Notes

Summary



1m 51s



# EnergyScope Calculator

SITUATION VERGLEICHEN

2011

ZU

2050CH Low(E)

PARAMETER ANSEHEN

Mehr



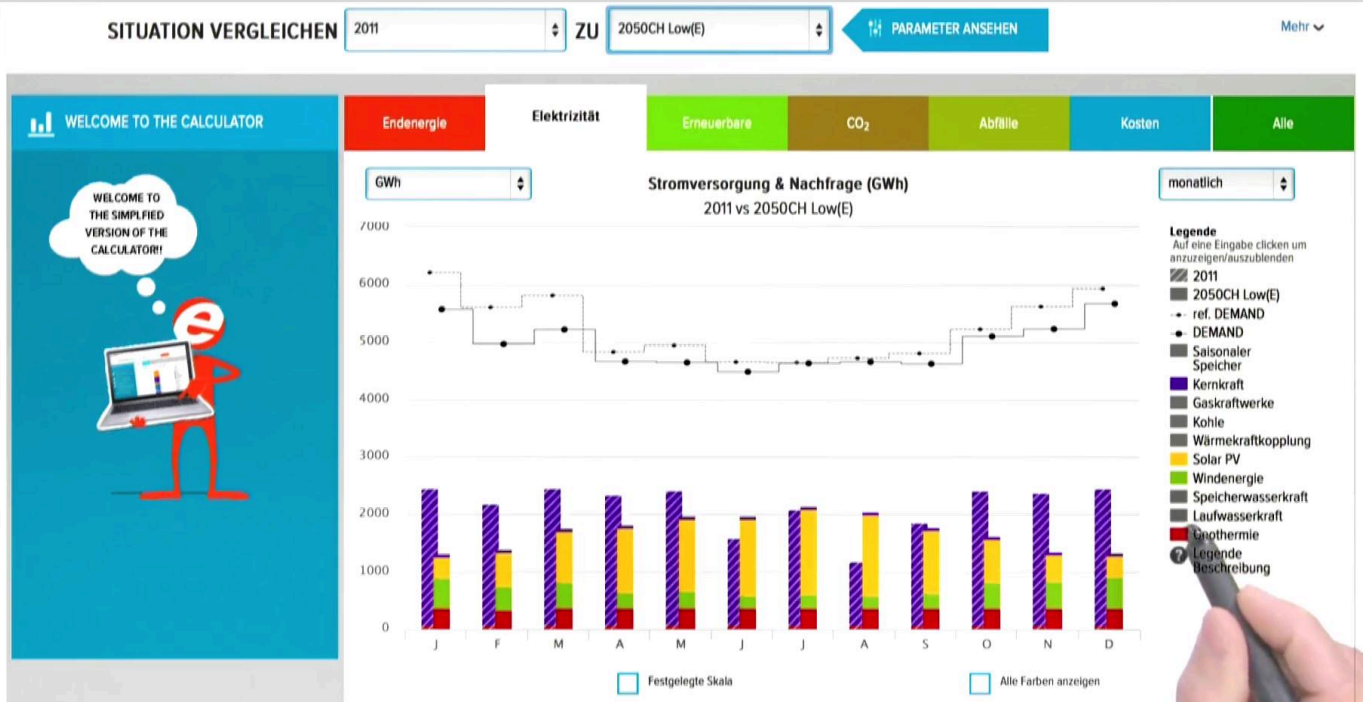
Zuerst fügen wir die Elektrizitätsproduktion aus Atomkraftwerken wieder hinzu, indem wir hier auf "Kernkraft" klicken und es erscheinen hier die violetten Balken für 2011, nicht aber für 2050, wie es dem Entscheid des Bundesrates entspricht. Nun muss diese fehlende Elektrizitätsproduktion aus den Atomkraftwerken aber auf irgendeine Weise ersetzt werden. Gemäß den Plänen sollte dies primär durch erneuerbare Energiequellen geschehen, wie zum Beispiel durch Geothermie, die hier mit den roten Balken, wenn wir hier darauf klicken, erscheinen. Bei der hier dargestellten Geothermie handelt es sich um 3'000 bis 5'000 Meter tiefe Bohrungen, die es ermöglichen, heißes Wasser unter Druck bei 150 bis 200 Grad Celsius zu gewinnen. Dieses heiße Wasser wird dazu benutzt, um mit einem thermodynamischen Kreislauf Elektrizität zu produzieren. Das Szenario der neuen Energiepolitik sieht vor, durch Geothermie etwa 370 Gigawatt Stunden pro Monat zu produzieren, das entspricht etwa sieben Prozent der gesamten Elektrizitätsnachfrage. Windenergie ist eine weitere Energiequelle, die heute oft diskutiert wird. Sie erscheint hier mit den grünen Balken im Diagramm, wenn wir hier auf "Windenergie" klicken.

Notes

Summary



# EnergyScope Calculator



Abgesehen von den diskutierten Auswirkungen auf das Landschaftsbild haben Windkraftwerke den Vorteil im Winter mehr Elektrizität zu produzieren als im Sommer, was natürlich dem Trend der Nachfrage entspricht. Natürlich können wir nun auch Sonnenenergie durch photovoltaische Solarzellen hinzufügen. Sonnenenergie ist ebenfalls eine erneuerbare Energiequelle, die weniger umstritten ist als Windenergie. Wir fügen Solar PV hinzu, indem wir hier drauf klicken und es erscheinen dabei diese gelben Balken. Das Szenario der neuen Energiepolitik sieht vor, etwa die Hälfte der günstig ausgerichteten Dächer in der Schweiz mit Solarzellen zu decken. Der große Nachteil von Elektrizitätsproduktion durch Sonnenenergie ist, dass sie starken antizyklischen saisonalen Schwankungen ausgesetzt ist. Erfahrungen aus Deutschland haben gezeigt, dass die Produktion im Dezember und Januar gerademal einen Fünftel, also zwanzig Prozent der Juli-Produktion entspricht. Wir haben nun die gängigen erneuerbaren Quellen hier eingeschaltet und wir sehen klar, dass wir es mit diesen erneuerbaren Quellen nicht schaffen werden, die Energieproduktion durch die Atomkraftwerke gegenüber 2011 vollkommen zu ersetzen. Natürlich stehen uns auch Laufwasserkraftwerke zur Verfügung, die wir mit den hellblauen Balken hier in das Diagramm einschalten.

Notes

Summary



# EnergyScope Calculator

SITUATION VERGLEICHEN

2011

ZU

2050CH Low(E)

PARAMETER ANSEHEN

Mehr ▾

WELCOME TO THE CALCULATOR

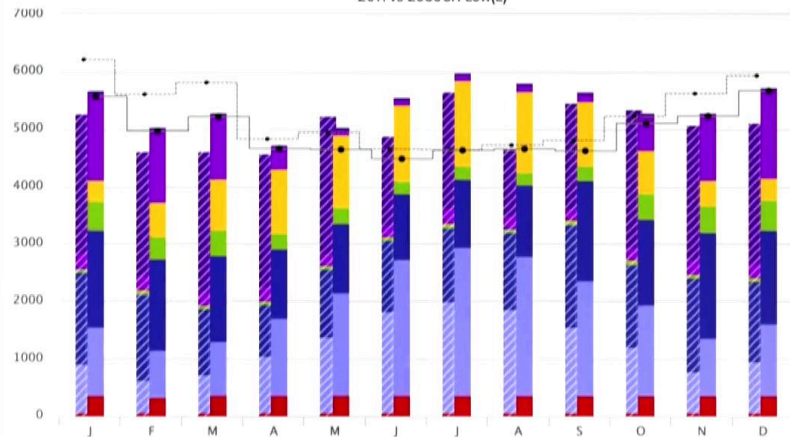
WELCOME TO  
THE SIMPLIFIED  
VERSION OF THE  
CALCULATOR!



GWh

Stromversorgung & Nachfrage (GWh)  
2011 vs 2050CH Low(E)

monatlich



**Legende**  
Auf eine Eingabe klicken um  
anzuzeigen/auszublenden

- 2011
- 2050CH Low(E)
- ref. DEMAND
- DEMAND
- Saisonaler Speicher
- Kernkraft
- Gaskraftwerke
- Kohle
- Wärmelektrik
- Solar PV
- Windenergie
- Speicherwasserkraft
- Laufwasserkraft
- Geothermie
- Legende
- Beschreibung

Festgelegte Skala

Alle Farben anzeigen

Notes

Wir bereits in vorangehenden Lektionen diskutiert, wird durch Laufwasserkraft im Sommer wesentlich mehr produziert als im Winter, was die saisonale Schwankung zusätzlich vergrößern wird. Mit Speicherwasserkraftwerken, die wir hier mit den dunkelblauen Balken einschalten, können diese Schwankungen etwas ausgeglichen werden, indem im Sommer die Seen hinter den Staumauern aufgefüllt werden und im Winter Wasser aus den Seen durch die Turbinen abgelassen wird. Durch Aufstockung der Staumauern kann dieser Speichereffekt natürlich etwas vergrößert werden. Wir können klar sehen, dass trotz dieser Maßnahme im Winter weiterhin ein Elektrizitätsdefizit bestehen bleibt. Dafür haben wir im Sommer nun eine Überproduktion. Natürlich könnte man diese überflüssige Elektrizität exportieren oder aber in synthetische Brennstoffe umwandeln und so den Elektrizitätsüberfluss im Sommer in eine andere einfache speicherbare Energieform bringen, die man zum Beispiel dann im Winter brauchen könnte, um das Defizit zu decken. Dieses optimistische Szenario der neuen Energiepolitik sieht genau das vor. So wird die Bilanz zwischen der Nachfrage und der Produktion von Elektrizität im Winter durch sogenannte Wärmelektrik-Koppelungskraftwerke ausgeglichen und die schalten wir nun hier hinzu.

Summary



5m 50s



# EnergyScope Calculator



Energieszenarien Rechner für die Schweiz

Erweiterte Version

QUIZ

VIDEO

Startseite

Kontakt

Sprache

SITUATION VERGLEICHEN

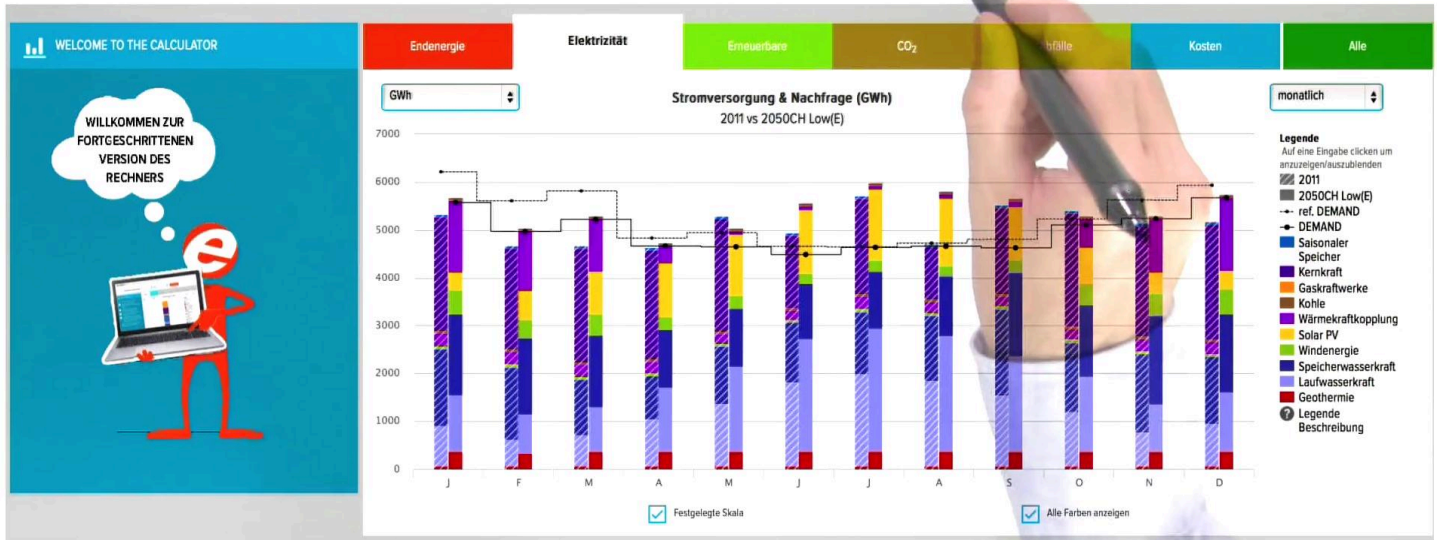
2011

ZU

2050CH Low(E)

PARAMETER ANSEHEN

Mehr



Das beinhaltet sowohl kleine Anlagen für Einfamilienhäuser, wie auch größere industrielle Kraftwerke oder Kehrlichtverbrennungsanlagen. Wir sehen aber, dass diese Anlagen nur im Winter benutzt werden, da im Sommer bereits ein Überschuss besteht. Das ist natürlich für diese Anlagen eine ökonomische Herausforderung, da sie nur in den Wintermonaten amortisiert werden können. Wir könnten natürlich auch Elektrizität importieren oder thermische Gaskraftwerke einsetzen, die auch schon für zukünftige Szenarien in der Schweiz erwähnt wurden. Nun haben wir das optimistische Szenario für 2050, also gemäß der neuen Energiepolitik gesehen. Nun schauen wir uns die Parameter etwas genauer an, die es uns erlaubt haben dieses Szenario für 2050 zu erstellen.

Notes

Summary



7m 24s

# EnergyScope Calculator



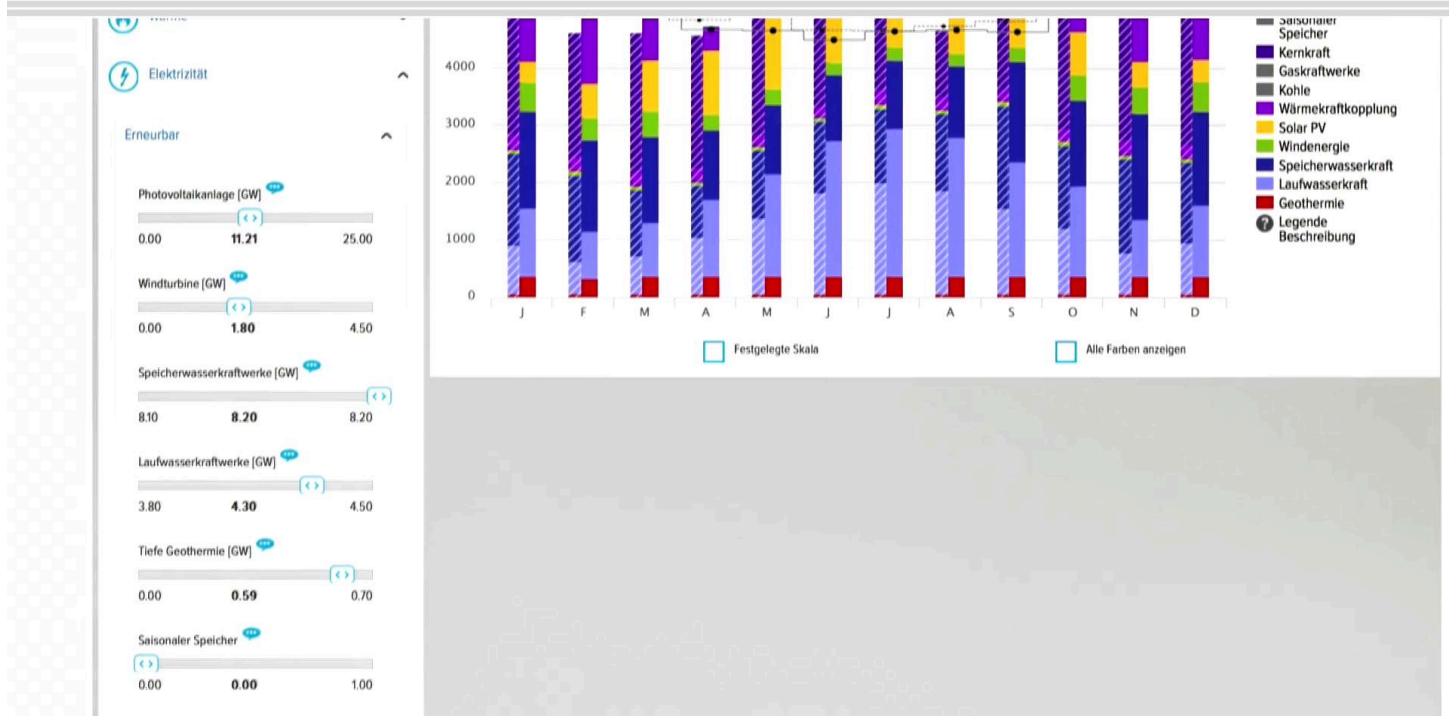
Dazu klicken wir hier auf den Link "Parameter einblenden" und es erscheinen hier verschiedene Datenparameter in diesem Menü. Hier haben wir die sozio-ökonomischen Parameter, die bereits in der letzten Lektion erwähnt wurden. Natürlich interessiert uns hier die Elektrizität, die hier in diesem Parameter in zwei Rubriken, nämlich in "Erneuerbar" und "Nicht erneuerbar" eingeteilt sind. Das Szenario 2050 der neuen Energiepolitik sieht keine nicht erneuerbaren Energiequellen zur Produktion von Elektrizität vor. Weder Atomkraftwerke noch Gaskraftwerke oder auch keine Kohlekraftwerke und dadurch natürlich auch keine Speicherung von CO<sub>2</sub>.

Notes

Summary



# EnergyScope Calculator



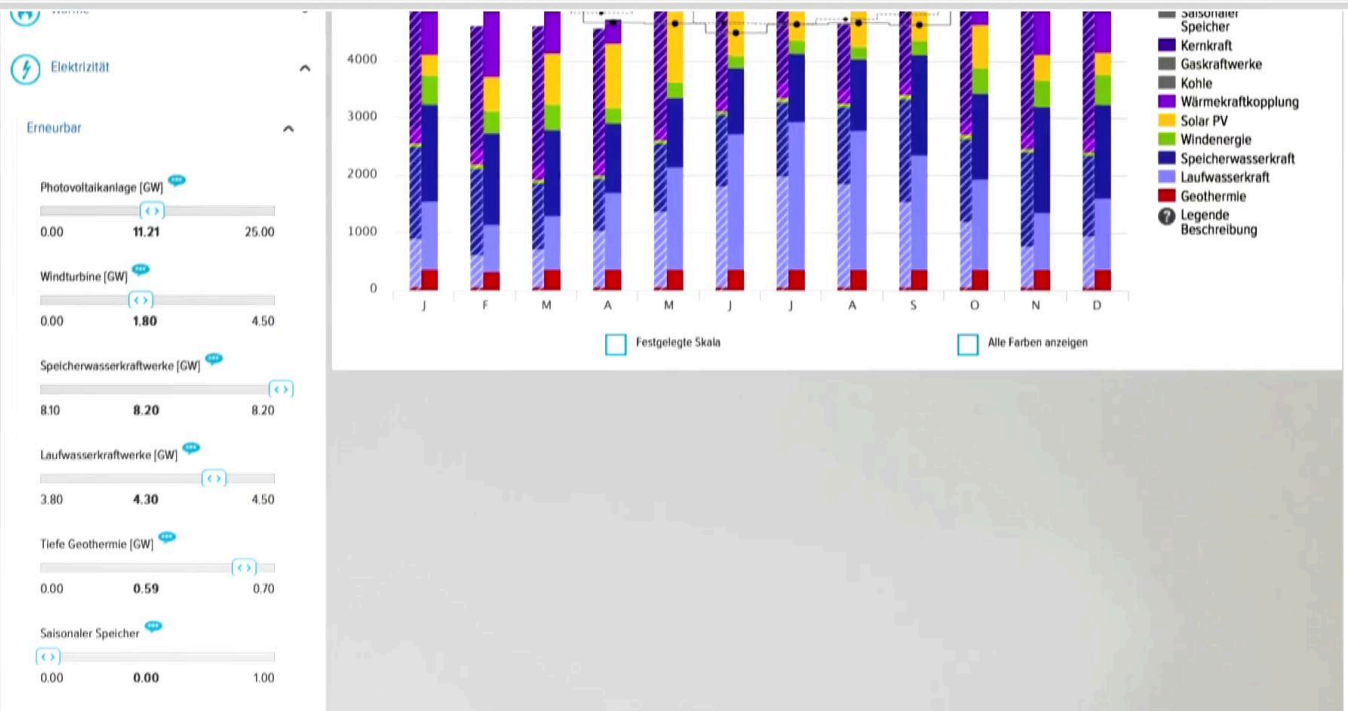
Im Gegensatz dazu sind für 2050 ein großer Anteil an erneuerbaren Energiequellen vorgesehen. So sind zum Beispiel Solarzellen mit einer Spitzenleistung von 11,21 Gigawatt (GW) geplant. Das entspricht etwa 10 Atomkraftwerken von der Größe von Leibstadt. Natürlich können Solarzellen diese maximale Leistung nur ein paar Stunden pro Jahr einspeisen, da die Produktion sehr stark von der Sonnenstrahlung abhängig ist. Im Schnitt werden Solarzellen also wesentlich weniger ausgelastet sein und das ist auch der Grund, weshalb sie es nicht vermögen, den heutigen Atomstrom komplett zu ersetzen. Zudem produzieren sie im Sommer natürlich auch mehr als im Winter. Wir haben aber auch noch Windenergie und zwar werden in diesem Szenario der neuen Energiepolitik 1,8 Gigawatt eingeplant. Wie auch bei der Sonnenenergie handelt es sich hier aber um eine stochastische Quelle, die nur schwer planbar ist. Speicherwasserkraftwerke werden mit 8,2 Gigawatt (GW) berücksichtigt, das entspricht etwa sieben bis siebeneinhalb Mal Leibstadt. Die Produktion von Speicherwasserkraftwerken ist sehr flexibel. Im Gegenzug dazu sind Laufwasserkraftwerke mit 4,3 Gigawatt (GW) vertreten, das entspricht etwa vier AKWs.

Notes

Summary



# EnergyScope Calculator



Allerdings weist diese Energiequelle starke saisonale Schwankungen auf, die nicht vernachlässigbar sind, wie anhand der hellblauen Balken hier gut ersichtlich ist. Geothermie wird in diesem Szenario mit 0,6 Gigawatt (GW) berücksichtigt und stellt eher eine zuverlässige Grundproduktion dar.

Notes

Summary



# EnergyScope Calculator

SITUATION VERGLEICHEN

2011

ZU

2050CH Low(E)

PARAMETER AUSBLENDEN

Mehr

DATENPARAMETER

Sozio-ökonomisch

Energieeffizienz

Verkehr

Fahrzeugtypen

Öffentlicher Verkehr (%)  
10.00 55.00 70.00

Güterzugverkehr (%)  
20.00 60.00 70.00

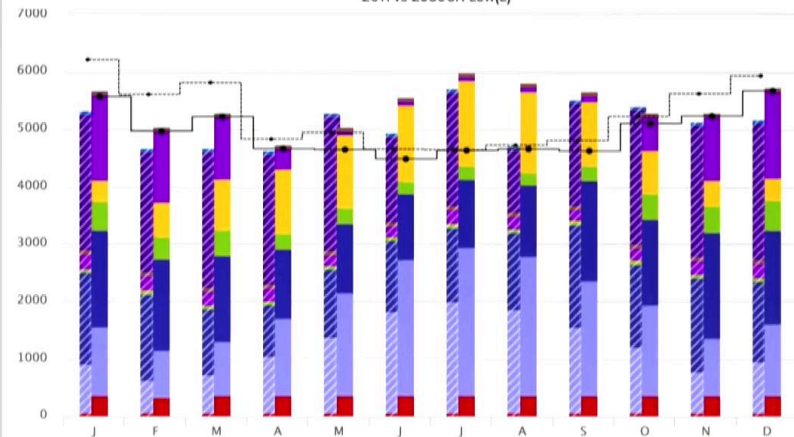
Biobrennstoff (%)  
0.00 51.00 100.00

Wärme

GWh

Stromversorgung & Nachfrage (GWh)  
2011 vs 2050CH Low(E)

monatlich



**Legende**  
Auf eine Eingabe klicken um anzuzeigen/auszublenden  
2011  
2050CH Low(E)  
ref. DEMAND  
Saisonaler Speicher  
Kernkraft  
Gaskraftwerke  
Kohle  
Wärmekraftkoppelung  
Solar PV  
Windenergie  
Speicherwasserkraft  
Laufwasserkraft  
Geothermie  
Legende Beschreibung

Festgelegte Skala

Alle Farben anzeigen

Notes

Was uns jetzt in diesem Szenario interessiert, ist die Wärmekraftkoppelung, also Anlagen, die Elektrizität produzieren und deren Abwärme nicht einfach an die Umgebung abgegeben wird, sondern zum Heizen benutzt wird. Wenn wir nun auf diese Rubrik klicken, erscheinen weitere Kategorien, zum Beispiel "Wärme für die Industrie" oder "Heizung für Zentral- und Einzelofen" und schließlich eine Angabe zu der Endenergieform, mit welcher solche Kraftwerke gespeist werden. So ist in diesem Szenario vorgesehen, dass für industrielle Prozesse etwa 11% der Wärme durch Wärmekraftkoppelung geliefert wird und das weiterhin 62% immer noch durch Heizkessel stammen und elektrische Heizung 27% zur Wärme beitragen. Auch wenn diese elektrischen Heizungen ineffizient sind, werden solche Heizungen in industriellen Prozessen weiterhin benötigt, um sehr hohe Prozess-temperaturen zu erreichen. Immerhin sind Bestrebungen im Gang, um die benötigte Wärme, vor allem dezentralisiert mit der Elektrizitätsproduktion und deren Abwärme zu verknüpfen. Bezüglich Verkehr interessieren uns natürlich auch die Annahmen zum Transfer von fossilen Treibstoffen wie Benzin und Diesel zu Elektrizität. Dazu klicken wir hier auf die Rubrik "Verkehr".

Summary



10m 59s



# EnergyScope Calculator

SITUATION VERGLEICHEN

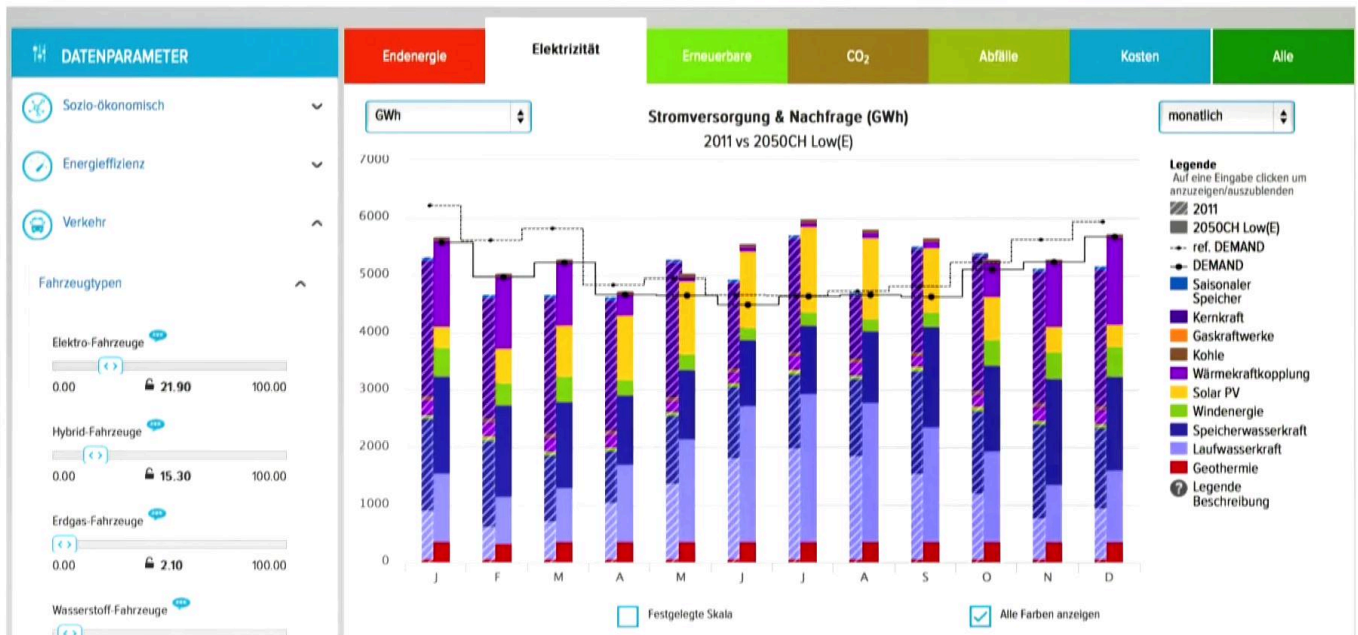
2011

ZU

2050CH Low(E)

PARAMETER AUSBLENDEN

Mehr



Es erscheinen dabei jeweils die prozentualen Anteile mit welchen der Transport bewältigt wird. So wird in diesem Szenario angenommen, dass 55% des Individualverkehrs in Kilometer über den öffentlichen Verkehr abgewickelt und das 60% des Gütertransports über die Bahn verschickt wird. Mit dem untersten Slider hier können wir den prozentualen Anteil an Biotreibstoff anpassen. Wenn wir hier auf die Rubrik "Fahrzeugtypen" klicken, dann erscheinen die verschiedenen Kategorien von Fahrzeugen für den Individualverkehr. Anscheinend wird für dieses Szenario der neuen Energiepolitik mit 22% Elektrofahrzeugen gerechnet, die natürlich unser Elektrizitätsnetz dann entsprechend weiter belasten werden. Weiter wird es etwa 15% Hybridfahrzeuge geben, die zum Teil das Elektrizitätsnetz ebenfalls belasten werden. Dies, weil es dann auch sogenannte Plug-in-Fahrzeuge, also Plug-in-Hybrid Fahrzeuge geben wird, die es einem erlauben sollen die Batterie vor der Fahrt aufzuladen. Erdgas und Wasserstoff betriebene Fahrzeuge werden mit jeweils zwei und vier Prozent eher eine marginale Bedeutung haben. Klassische Fahrzeuge, die mit Benzin oder Diesel betrieben werden, stellen immer noch etwa 56% des ganzen Fahrzeugparks dar, werden aber gegenüber heute wesentlich effizienter arbeiten.

Notes

Summary



12m 31s



- Elektrizität ist für unsere Gesellschaft überlebenswichtig
- Im 2011 war die Schweiz im Winter von Elektrizitätsimporten abhängig
- In allen Energiewende-Szenarien reichen Wind- und Solarenergie nicht aus, um das Defizit im Winter zu decken
- Die Bilanz wird durch Wärmekraftkoppelungs-Anlagen ausgeglichen. Solche Anlagen produzieren gleichzeitig Elektrizität und Wärme, die genutzt werden kann

Energiewende in der Schweiz

Zusammenfassend haben wir gesehen, dass Elektrizität für unsere Gesellschaft überlebenswichtig ist und dass die Schweiz 2011 in den Wintermonaten von Elektrizitätsimporten abhängig war. Wir haben auch gesehen, dass dies schon eine ganze Weile, nämlich seit zehn Jahren der Fall war. Diese Defizite im Winter bleiben auch noch in den Szenarien für 2035 und 2050 bestehen, da die Summe der projizierten Windenergie und Photovoltaikanlagen nicht ausreicht, um dieses saisonale Loch im Winter zu stopfen. Es gibt drei Szenarien um die Elektrizitätsbilanz im Winter auszugleichen: Erstens wie bis anhin durch Importe, was uns aber vom Ausland abhängig macht, zweitens durch zentralisierte Gaskraftwerke und drittens durch das Szenario, das wir in dieser Lektion detaillierter angeschaut haben, nämlich mittels Wärmekraft- koppelungsanlagen, die es erlauben, gleichzeitig Elektrizität und Wärme zu produzieren. Diese Wärme kann effizient zum Heizen genutzt werden.

Notes

Summary

