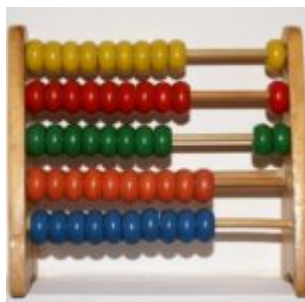


Die Null-Kohlenstoff-Pläne von Kalifornien: Beherrscht eigentlich noch jemand die Grundlagen der Arithmetik?



Im Jahr 2018 hat Kalifornien ein [Gesetz mit der Bezeichnung SB100](#) erlassen, das einen 100 % kohlenstoffemissionsfreien Stromsektor bis 2045 vorschreibt. Aber wie kommt man von hier nach dort? Diese Frage wurde schließlich im März dieses Jahres beantwortet, als die für die Erreichung des Ziels zuständigen kalifornischen Behörden (California Energy Commission, California Public Utilities Commission und California Air Resources Board) einen gemeinsamen Bericht und ein dazugehöriges zusammenfassendes Dokument veröffentlichten, in dem sie ihre Pläne darlegten. Die Pläne können über [diesen Link](#) abgerufen werden.

Die Pläne zeigen, dass die kalifornischen Regulierungsbehörden absolut keine Ahnung haben, was sie da tun. Vielleicht liege ich falsch. Ich lade alle Leser ein, mich zu überprüfen und zu sehen, ob ich etwas übersehe. Aber ich glaube das nicht. Entweder verstehen diese Leute die grundlegenden Einheiten nicht, die für diese Berechnungen verwendet werden, oder sie können nicht einmal einfache Arithmetik, oder beides. Ich denke, dass sie bei der Hochrechnung der zusätzlichen Kosten um einen Faktor von 1000 oder mehr daneben liegen.

Die in den Plänen gegebene Antwort auf die Frage, wie man zu einem emissionsfreien Stromsektor kommt, ist der Bau von vielen, vielen Solar- und Windkraftanlagen. Natürlich funktionieren diese nicht immer, also muss man zunächst einmal viel mehr Kapazität bauen als der Spitzenverbrauch. Der Spitzenverbrauch in Kalifornien liegt [derzeit bei etwa 40 GW](#), und es wird erwartet, dass dieser Wert erheblich ansteigt, wenn mehr Teile der Wirtschaft elektrifiziert werden, z. B. Autos. Daher fordern die Pläne den Zubau von etwa 97,6 GW an Solarkapazität und 22,6 GW an Windkapazität bis 2045, zusätzlich zu den 26,5 GW, die es derzeit gibt. (Die Pläne sehen auch den Zubau von 0,1 GW an geothermischer Kapazität vor, aber das ist ein Rundungsfehler). Mit den zusätzlichen Kapazitäten hätte Kalifornien insgesamt 146,7 GW an Wind- und Solarkapazität, was etwa dem Dreifachen des Spitzenverbrauchs entsprechen würde, wenn man die zunehmende Elektrifizierung der Wirtschaft bis 2045 berücksichtigt.

Aber dann sind Solar- und Windenergie „intermittierend“, das heißt, sie liefern den Strom nicht unbedingt dann, wenn man ihn braucht. Was machen wir mit der Stromversorgung in völlig windstillen Nächten, wenn Sonne und Wind nichts liefern? Die kalifornischen Regulierungsbehörden haben darauf eine Antwort parat, nämlich „Speicherung“. Und wie viel Speicher werden wir brauchen? Sie geben eine sehr konkrete Zahl an: 52,8 GW. Vielleicht mag das auf den ersten Blick sinnvoll erscheinen. Wenn der Spitzenverbrauch im Jahr 2045 bei etwa 50 GW liegt, dann könnten 52,8 GW Speicher mit einer sehr geringen Marge gerade ausreichen, um die Nachfrage zu befriedigen, wenn Solar- und Windkraftanlagen komplett abgeschaltet sind.

Und wie viel wird das alles kosten? Wir werden die gesamte derzeitige Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen durch Wind- und Solaranlagen ersetzen und zusätzlich genügend Speicher hinzufügen, damit das alles funktioniert. Hier ist die Berechnung:

Die Modellierungsergebnisse zeigen, dass das Erreichen von 100 Prozent sauberem Strom die jährlichen Gesamtkosten des Elektrizitätssystems bis 2045 um fast 4,6 Milliarden Dollar erhöhen wird. Das sind 6 Prozent mehr als die Kosten, die nach dem Renewables Portfolio Standard des Bundesstaates anfallen würden, der bis Ende 2030 mindestens 60 Prozent sauberen Strom vorsieht.

Im Grunde ist das Kleingeld. Immerhin beweisen es die „Modellierungsergebnisse“.

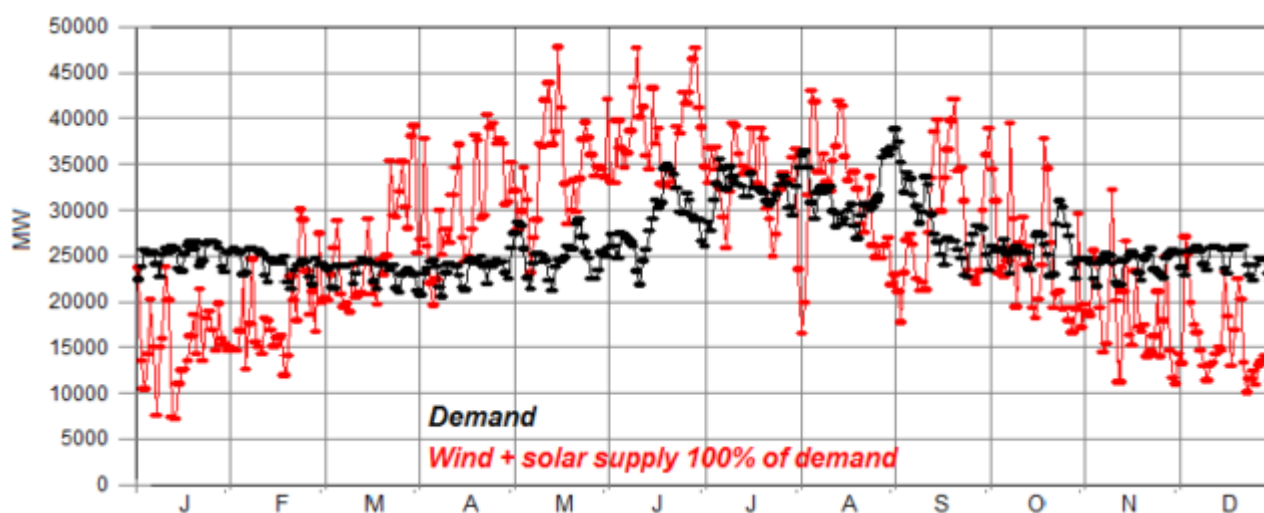
Aber übersehen wir vielleicht etwas? Hier ist ein Teil, der meiner Meinung nach mehr als nur ein wenig bedeutsam ist: Alle Diskussionen in den Plänen über Speicherbedarf und -kapazität werden in Einheiten von Gigawatt (GW) ausgedrückt. Nun, GW-Kapazität kann in diesem Zusammenhang durchaus relevant sein, denn die Sicherstellung, dass die Energie aus diesen riesigen Batterien schnell genug geliefert werden kann, um den Spitzenbedarf zu decken, ist definitiv eine wichtige technische Herausforderung. Aber ein ganz anderes Thema sind Gigawattstunden (GWH); mit anderen Worten, reicht die gesamte im System gespeicherte Energiemenge aus, um die längste mögliche Periode zu überbrücken, in der die Nachfrage das Angebot übersteigt? Wie sieht es aus, wenn es ganze Jahreszeiten gibt – wie z. B. „Winter“ – in denen die Tage kurz sind, viele Wolken vorherrschen, der Wind längere Zeit einschläft und die Batterien wochen- oder sogar monatelang entladen werden könnten? Wie viel GWH an Speicherkapazität werden Sie benötigen, um dieses reine Wind- und Solarsystem zu unterstützen; und wie viel wird das kosten?

Zu diesem Thema kann ich in diesen Plänen nichts finden. Können Sie es finden?

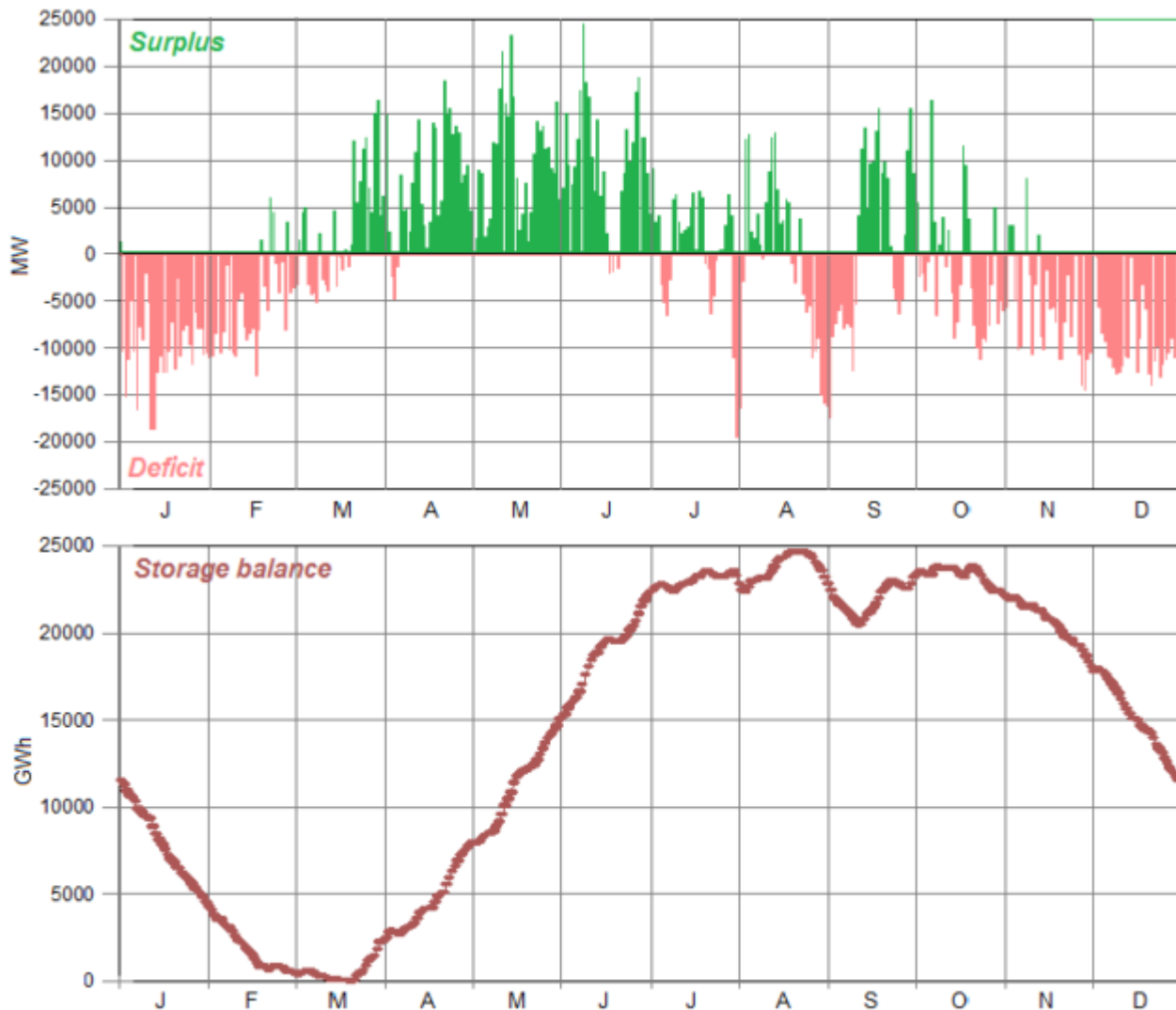
Im Jahr 2018 führte ein Mann namens Roger Andrews genau eine solche Berechnung durch und veröffentlichte diese auf einer Website namens [Energy Matters](#). Ich habe das Thema in einem Beitrag vom November 2018 mit dem Titel [„How Much Do The Climate Crusaders Plan To Increase Your Costs Of Electricity? – Part III“](#) behandelt. Herr Andrews verwendete tatsächliche tägliche Produktionsdaten von bestehenden kalifornischen Wind- und Solaranlagen, um zu projizieren, wie viel von diesen Anlagen benötigt würde, um die gesamte Jahresnachfrage Kaliforniens im Laufe eines ganzen Jahres zu

befriedigen; und verwendete dann dieselben Daten, um tägliche Überschüsse und Defizite zu berechnen, um herauszufinden, wie viel Batteriekapazität in GWh benötigt würde, um die längste Periode niedriger Produktion zu überstehen. Die wichtigste Erkenntnis aus der Arbeit von Andrews – die sich aus der einfachen Betrachtung der Daten für die tatsächliche tägliche Produktion aus bestehenden Wind- und Solaranlagen ergibt – ist, dass die Produktion aus diesen Anlagen nicht nur innerhalb eines Tages oder einer Woche intermittierend ist, sondern auch stark saisonabhängig ist, mit einer höheren Produktion im Frühling und Herbst und einer niedrigeren Produktion vor allem im Winter.

Hier ist eine Grafik von Andrews, die die Produktion von bestehenden Wind- und Solaranlagen zeigt, normalisiert, um die gesamte Nachfrage im Laufe eines Jahres zu decken, aufgetragen gegen die tatsächliche Nachfrage auf Tagesbasis:



Die großen Frühjahrs-Überschüsse und Winterdefizite springen ins Auge. Andrews berechnete dann – und das ist eine reine Frage der einfachen Arithmetik – die täglichen Überschüsse und Defizite, um herauszufinden, wie viel Batteriekapazität Kalifornien benötigen würde, um ein ganzes Jahr zu überstehen. Hier sind seine Diagramme, die diese Arbeit zeigen:



Unterm Strich bräuchte man etwa 25.000 GWh an gespeicherter Energie, um das ganze Jahr zu überstehen. Die Batterien würden dieses Niveau etwa im August erreichen und bis März entladen werden. Und natürlich ist das bei einem Spitzenverbrauch von etwa 40 GW der Fall. Wenn man das auf einen Spitzenverbrauch von etwa 50 GW erhöht, braucht man etwa 32.000 GWh Speicher. Wie viel wird das also kosten? In meinem Beitrag vom November 2018 lautete die Antwort für Kalifornien „rund 5 Billionen Dollar“. Schauen wir mal, ob wir eine aktuellere Zahl bekommen.

Laut [diesem Beitrag](#) bei Electrek vom 1. April 2021 plant Apple – um seine extreme unternehmerische Klimatugend zu demonstrieren – den Bau eines gigantischen Batterieprojekts, um seine Firmenzentrale ausschließlich mit Solarstrom betreiben zu können. Aus der Pressemitteilung von Apple:

„Apple baut eines der größten Batterieprojekte des Landes, California Flats – ein branchenführendes Energiespeicherprojekt im Netzmaßstab, das 240 Megawattstunden Energie speichern kann, genug, um über 7.000 Haushalte einen Tag lang mit Strom zu versorgen. Dieses Projekt unterstützt den 130-Megawatt-Solarpark des Unternehmens, der die gesamte erneuerbare Energie in Kalifornien liefert, indem es die tagsüber erzeugte überschüssige Energie speichert und dann einsetzt, wenn sie am meisten gebraucht wird.“

Die Batterien werden von Tesla geliefert. Basierend auf Preisangaben von

Tesla, die Kosten für solche Batterien im Bereich von 200 bis 300 Dollar pro Kilowattstunde angeben, berechnet Electrek Apples Kosten für die 240 MWh an Batteriekapazität auf etwa 50 Millionen Dollar. Wie hoch wären dann die Kosten für 32.000 Gigawattstunden dieser Batterien? Rechnen Sie selbst. Falls es Ihnen hilft: In einem GWh sind eine Million kWh enthalten. Ich komme auf etwa 6,7 Billionen \$.

6,7 Billionen Dollar sind weit mehr als das Doppelte des jährlichen BIP von Kalifornien. Erinnern Sie sich daran, dass die Arbeitsgruppe der California Plans of Joint Agency sagte, dass die zusätzlichen Kosten des Systems aus Wind- und Solarenergie plus Speicher bei etwa 4,6 Milliarden Dollar liegen würden. Könnten sie wirklich um einen Faktor von weit über 1000 daneben liegen?

In der Zwischenzeit erweitert Kalifornien seine Netzbatteriekapazitäten in großem Umfang, angeblich um das Netz angesichts des Zubaus von Solar- und Windenergie auszugleichen. Aber sind die Erweiterungen für diese Aufgabe sinnvoll oder auch nur annähernd kosteneffektiv? Hier ist ein Beitrag von RenewEconomy vom 5. April:

Ein kürzlich von Bloomberg Green veröffentlichter Bericht, der sich auf neue Zahlen von BloombergNEF beruft, zeigt, dass die führenden Energieanalysten erwarten, dass Kalifornien nicht nur im Jahr 2021 neue Batteriespeicher im Wert von 1,7 GW installieren wird, sondern weitere 1,4 GW im Jahr 2022, gefolgt von 1,2 GW im Jahr 2023.

Immer GW, nie GWh. Der Versuch, aus diesen Leuten irgendwelche nützlichen Informationen herauszubekommen, ist fast unmöglich. Ich glaube, sie sind alle völlig ungebildet. Gibt es unter den 40 Millionen Menschen in Kalifornien nicht eine einzige Person, die auch nur eine relevante Frage stellen kann?

Der ganze Beitrag steht [hier](#).

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2021/05/12/californias-zero-carbon-plans-can-anybody-here-do-basic-arithmetic/>

Übersetzt von [Chris Frey](#) EIKE