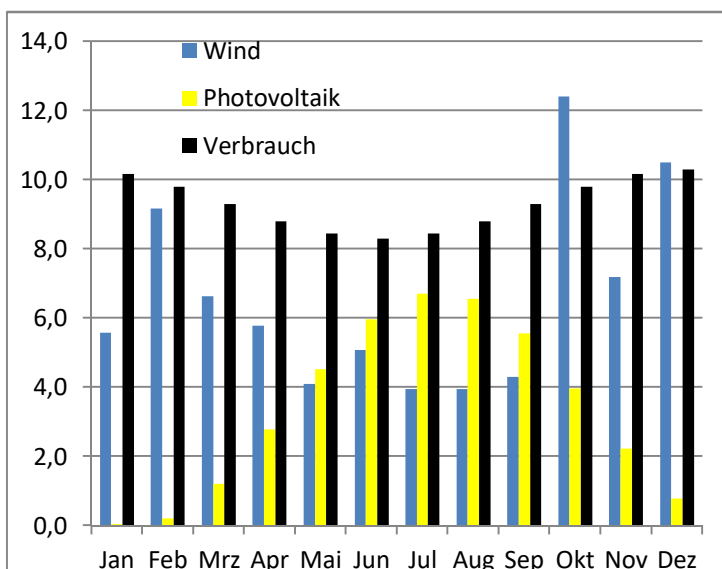


Eine kleine Studie zum Verhältnis von Wind- und Solarstrom sowie der erforderlichen Speicherkapazität

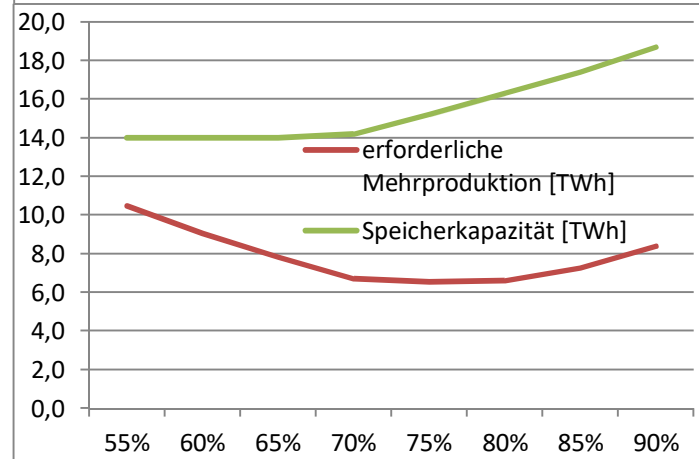
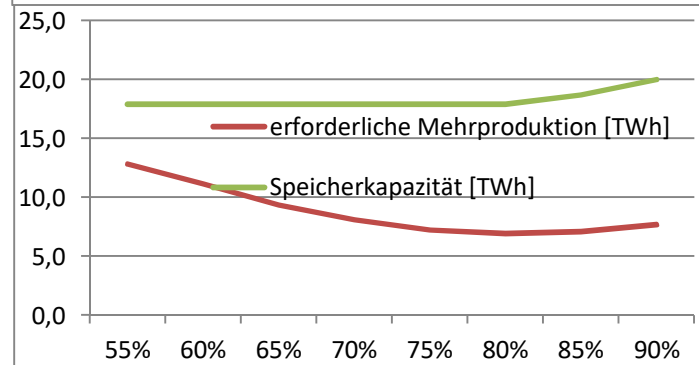
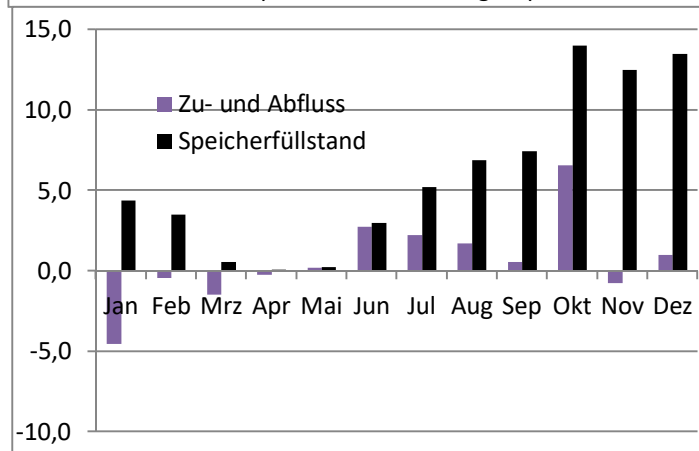
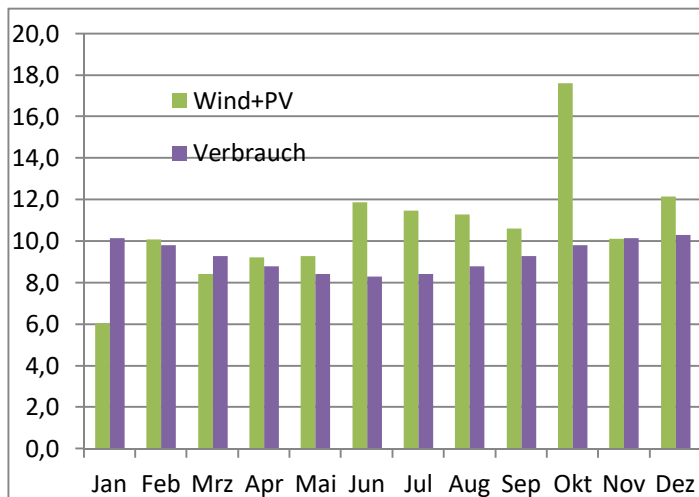
Die folgende Analyse war motiviert durch ein gewisses Misstrauen des Autors gegenüber zu viel Photovoltaik im deutschen Strommix. Es schien plausibel, dass Windstrom in Deutschland der saisonalen Verbrauchscharakteristik so gut entspricht, dass die Sommer-Mittags-Spitzen-Charakteristik der Photovoltaik eher stört. Detailliertere Studien auf der Grundlage von $\frac{1}{4}$ -Stundenwerten, z.B. des Fraunhofer ISE in Freiburg, wiesen demgegenüber einen erheblichen PV-Bedarf aus, der im Optimum etwa mit Windstrom leistungsgleich sein sollte.

Um dies Ergebnis besser zu verstehen, wurde hier eine sehr einfache und dadurch transparentere Modelstudie mittels Excel durchgeführt. Dazu standen leider nur Monatsdaten des Windstroms 2017 zur Verfügung; PV-Erträge sowie den Verbrauchsverlauf wurden ebenfalls monatsweise plausibel abgeschätzt und simuliert. Ziel war es, bei einer Vollversorgung mit Wind und Photovoltaik den Bedarf an Speicherkapazität zusammen mit dem optimalen Verhältnis von Wind- und PV-Strom abzuschätzen. Da diese zunächst rein energetische Abschätzung keine Kostendaten berücksichtigt, schien vertretbar, weil die kWh-Kosten von Wind und PV in Deutschland nicht sehr weit auseinanderliegen, etwa bei 9+-3 c/kWh.



Die Parameter der Simulation sind zunächst so gewählt, dass Wind (66%) und PV (34%) zusammen gerade einen Jahresverbrauch von 112 TWh abdecken. Da die erforderlichen Speicher mit einem Wirkungsgrad von 50% (Strom rein gegen Strom raus) unterstellt sind, müssen insgesamt 6,8% mehr

Strom produziert werden als auf der Verbrauchsseite benötigt.



Aus dieser Simulation ergibt sich ein Bedarf an Speicherkapazität für den inter-monatlichen Ausgleich; entscheidend ist der hohe Monatsüberschuss im Oktober und die hohen Abflüsse im Januar, so dass sich ein Kapazitätsbedarf von 14 TWh oder 11,8% der Gesamtproduktion ergibt. Im April sind dann die Speicher leer und füllen sich wieder über den Sommer.

Die Excel-Simulation erlaubt, die Parameter zu variieren. Dabei zeigt sich, dass eine steilere Winterüberhöhung des Bedarfs, wie sie typischerweise zu erwarten ist, wenn z.B. mittels Wärmepumpen mehr elektrisch geheizt wird, den Speicherbedarf auf 17,9 TWh oder 14,8% der Produktion erhöht, welche auch um 8,2% höher sein muss als der Jahresverbrauch.

Variiert man bei dieser Simulation (mit steilerer Winterüberhöhung) den Windanteil der Produktion zwischen 55 und 85% spart man bis über 80% Produktionskapazität im Umfang von 4TWh (knapp 4%), ohne dass bis dahin die erforderliche Speicherkapazität von knapp 18 TWh erhöht wird; bei noch weniger PV-Anteil steigen beide Werte.

Dieselbe Variation bei der zunächst gezeigten Simulation mit flacherer Verbrauchskurve zeigt einen ähnlichen Verlauf, aber zu kleineren Windanteilen verschoben: hier liegt bei 70% Wind ein Minimum an Produktionskapazität bei bis dahin praktisch konstanter Speicherkapazität von 14 TWh.

Dieses so einfach erzielte Ergebnis unterscheidet sich also nicht von den ISE-Aussagen, dürften also die eigentlichen Effekte richtig darstellen:

- Der Speicherbedarf steigt, wenn der Solarstrom Anteil am Mix zu klein wird, weil im Sommer nicht genug Wind weht.
- Ein zu hoher PV-Anteil vermindert den Speicherbedarf nicht, weil dieser von den starken Schwankungen der Windstromproduktion von Herbst bis Frühjahr bestimmt wird, wenn PV nur geringe Beiträge liefert
- Höherer Speicherbedarf erfordert mehr Produktionskapazität, um die Speicherverluste auszugleichen
- Mit zunehmendem Winter-Sommer-Unterschied im Stromverbrauch etwa wegen elektrischer Wärmepumpen vermindert sich der erforderliche Solarstromanteil

Gerd Eisenbeiß, 13. 5.2018