

Energiedichte und Energieerzeugung



In Kernkraftwerken wird die hohe Energiedichte (Energie pro kg) von leicht angereicherter Uran zur Erzeugung von Elektroenergie ausgenutzt. Physikalisch erfolgt die Energiegewinnung durch die gesteuerte Spaltung von Uran 235.

Brennstoff	Spezifische Energiedichte
Uran 235	90 Millionen MJ/kg = 25 GWh/kg
Kernreaktorabbrand	3.8 Millionen MJ/kg = 1 GWh/kg
Natur-Uran	648 Tausend MJ/kg = 0.18 GWh/kg
Erdgas	40 MJ/kg = $1.1 \cdot 10^{-5}$ GWh/kg
Reiner Kohlenstoff	32.8 MJ/kg = $9 \cdot 10^{-6}$ GWh/kg
Braunkohle	25 MJ/kg = $7 \cdot 10^{-6}$ GWh/kg
Die besten Batterien	3 MJ/kg = $8 \cdot 10^{-7}$ GWh/kg
Blei-Akkus (Autobatterien)	0.1 MJ/kg = $2.8 \cdot 10^{-8}$ GWh/kg
Schwungrad	0.2 MJ/kg = $5.6 \cdot 10^{-8}$ GWh/kg
ATP	0.06 MJ/kg = $1.7 \cdot 10^{-8}$ GWh/kg

Ein modernes KKW hat eine Leistung von ~ 1.400 MW \rightarrow produziert ~ 10.800 GWh im Jahr (*)

(*) mit Einbeziehung der Ausfallzeiten

Ein **Kernkraftwerk** produziert jedes Jahr 10.800 GWh elektrische Energie. Damit kann es ca. 5.5 Millionen Menschen (gerechnet für Deutschland) versorgen.

Um die gleiche Menge Strom zu erzeugen wären alternativ

5100 **Windkraftanlagen** notwendig (wenn immer Wind der Stärke 7 wehen würde, brauchte man nur 950 - durchschnittliche Nennleistung ~ 1300 kWh, Auslastung $\sim 18.3\%$)

oder

308.600.000 m² **Solarzellen** (entspricht flächenmäßig 3x der Fläche von Sylt, ~ 300 km²)

oder

10.800 Millionen kg **Braunkohle** (das größte deutsche Braunkohlenkraftwerk verbraucht jährlich ungefähr die doppelte Menge)

Der Jahresverbrauch von elektrischer Energie in Deutschland beträgt ~ 600 TWh
= 55 Kernkraftwerke ~ 280900 Windräder ~ 17000 km² Solarpanel

Hinweis: Bei Flaute keine Windenergie, bei Nacht oder bei trüben Tagen kaum oder keine Solarenergie

Regenerative Energien: Windkraftanlagen



Regenerative Energien: Solarparks



Regenerative Energien: Biogas



Ein paar Daten und Begriffe...

Elektrische Leistung, gemessen z.B. in kW, gibt die potentielle Möglichkeit ein, elektrische Energie zu erzeugen. Die **Nennleistung** ist die Leistung, die eine solche Anlage unter optimalen Bedingungen erreichen kann.

→ eine Windenergieanlage erreicht z.B. ihre Nennleistung bei einer Windstärke von 7 (28 m/s)

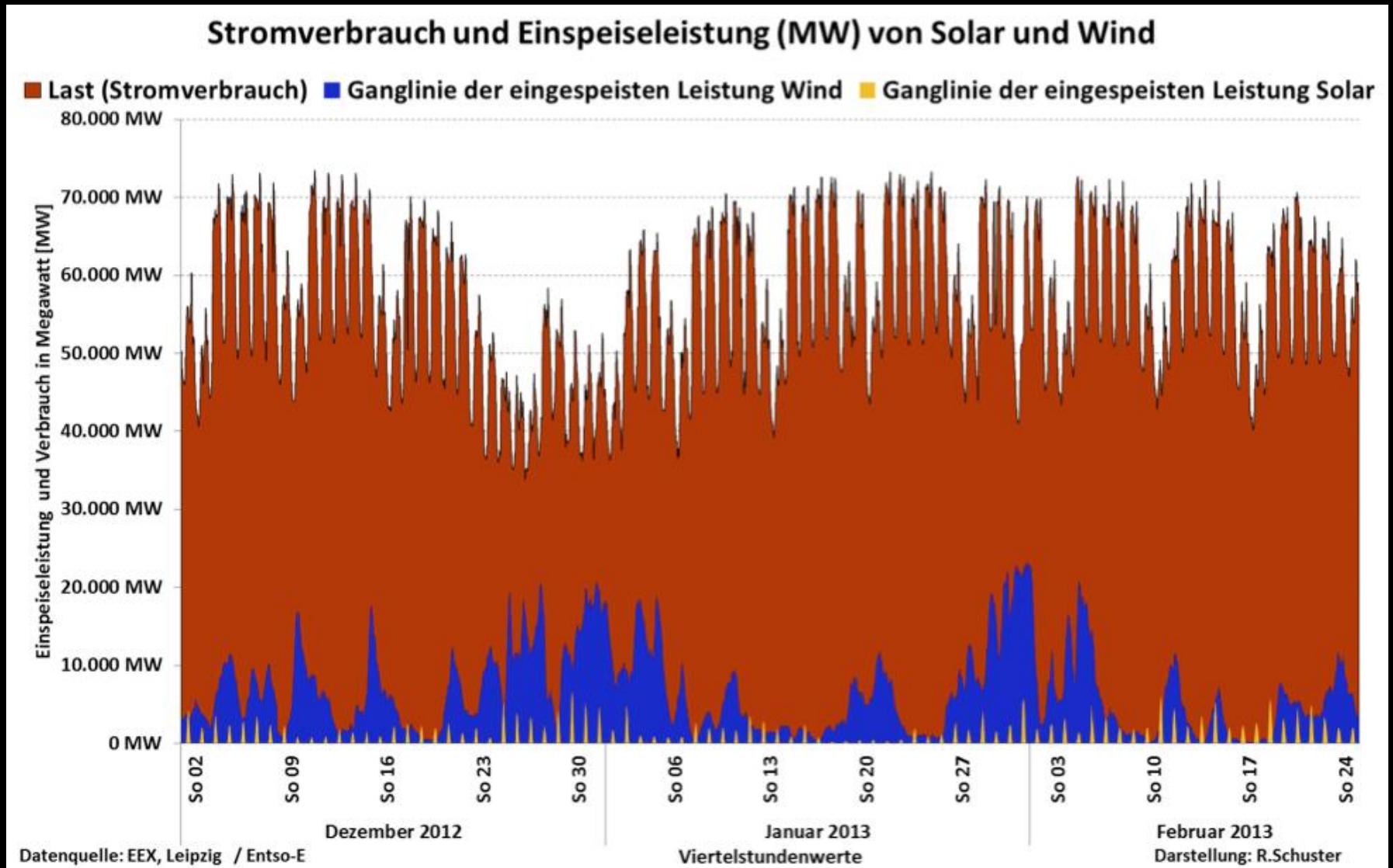
Die **Elektrische Arbeit**, gemessen z.B. in kWh, ist die konkret erzeugte, in das Netz eingespeiste und vom Verbraucher abgenommene elektrische Arbeit.

→ eine Windenergieanlage mit einer Nennleistung von 1 MW erzeugt bei Windstärke 7 über den Tag hinweg eine elektrische Arbeit von 24 MWh, bei einer Windstärke unterhalb von Windstärke 3 (3 m/s) 0 MWh (d.h. die Flügel drehen sich nicht)

Die Einspeiseleistung, aufgetragen über die Zeit, nennt man eine **Lastganglinie**. Sie wird immer auf ein Zeitintervall bezogen (z.B. Stundenganglinie, Tagesganglinie).

In einem **Energieverteilungsnetz** muß sich Angebot (eingespeiste Leistung) und Nachfrage (abgenommene Leistung) zu jeden Zeitpunkt exakt ausgleichen. Ansonsten kommt es zu Frequenzverschiebungen. Bei einem Überangebot von elektrischer Leistung kommt es zu einer Steigerung der Netzfrequenz, bei einem Unterangebot zu einer Absenkung der Netzfrequenz. Europa: 50 Hz, Toleranzbereich +/- 0.2 Hz

Ein paar Diagramme ...



Deutsche Kraftwerkskapazität: ~ 80.000 MW

Ist-Zustand Deutschland „Regenerative Energien“

24.000 Windkraftanlagen mit einer Nennleistung von ~ 30.000 MW

300 km² Solarzellen mit einer Nennleistung von ~ 32.000 MW

Gesamte potentielle Energieerzeugungskapazität von Windenergie und solarer Energie von ~ 62.000 MW ~ 77% der benötigten Energie

„Ersetzen“ 42 Kernkraftwerke vom Typ Brokdorf

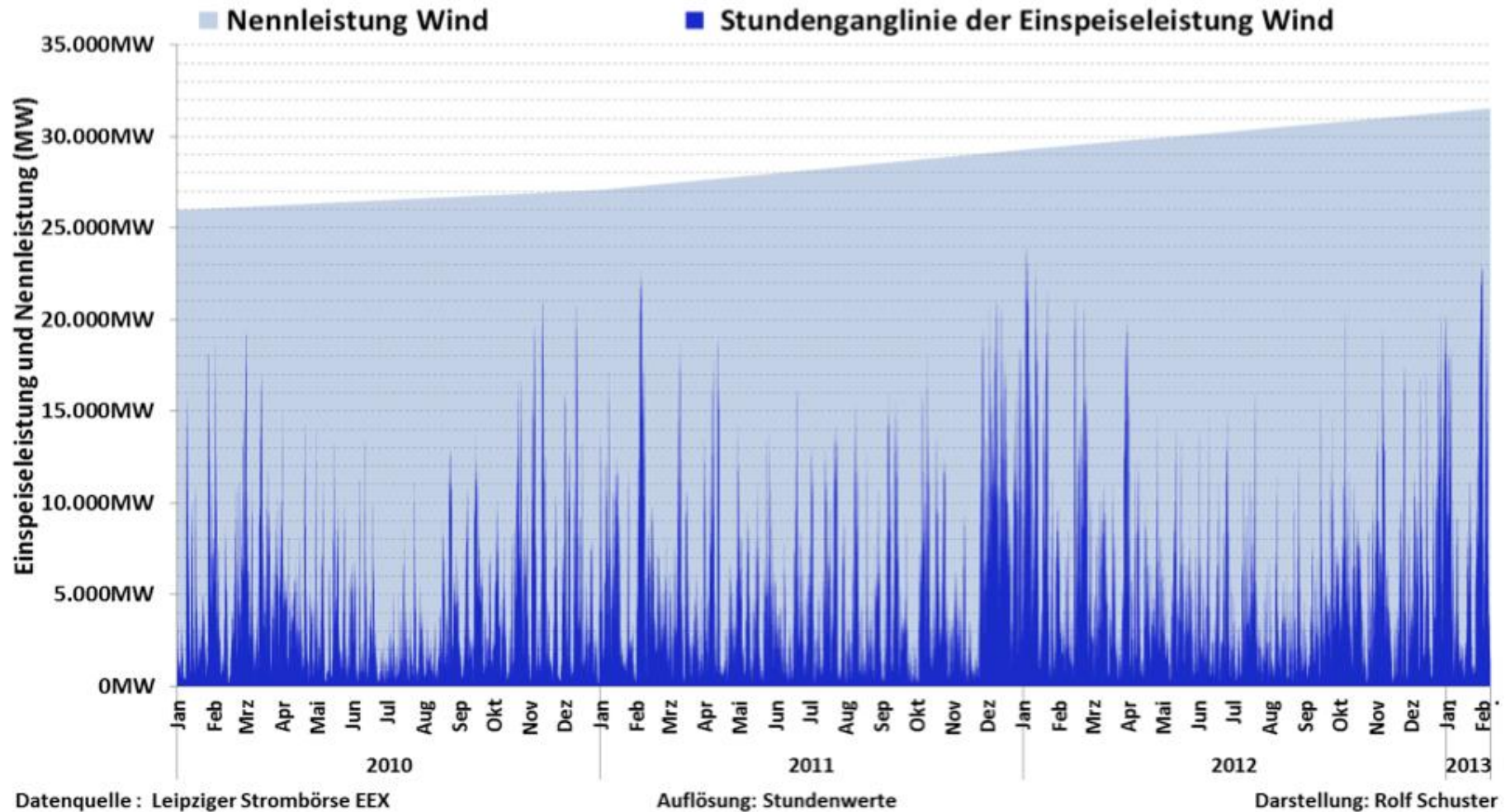
WAHRLICH EINE ERFOLGSGESCHICHTE DER ENERGIEWENDE

Leider muß aber ein Kraftwerkspark der gleichen Leistung jederzeit vorgehalten werden, wenn einmal deutschlandweit nachts kein Wind weht (die grundlastfähigen Biogasanlagen werden aufgrund ihrer Marginalität im Folgenden außen vor gelassen)

Also nicht ins Bockshorn jagen lassen:

Es kommt nicht auf die installierte Nennleistung regenerativer Energieanlagen an, sondern nur auf ihre zeitbezogene Einspeiseleistung (elektrische Arbeit)

EEX Windenergie

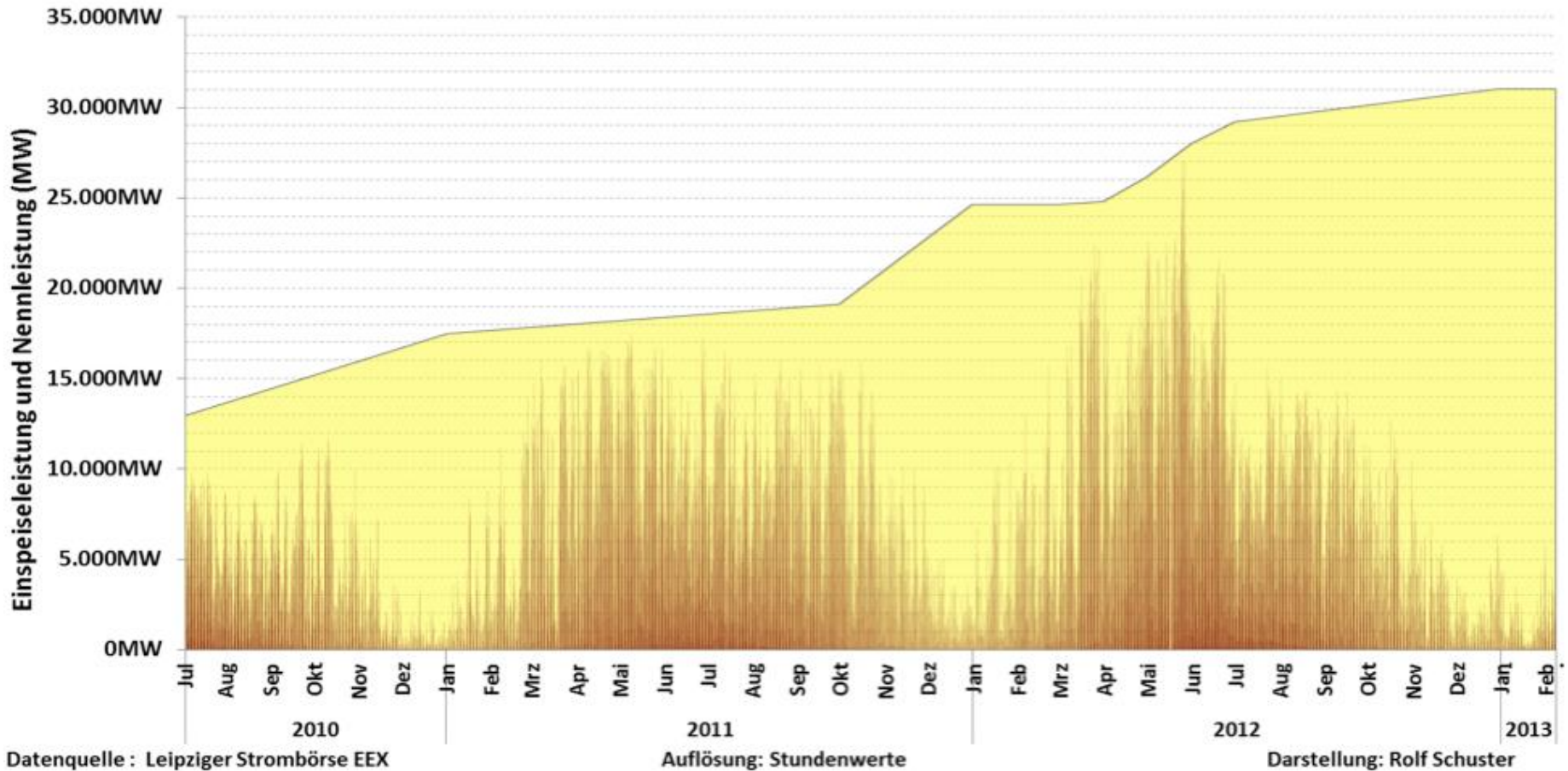


Im Zeitraum Januar 2010 bis Februar 2013 wurde die Nennleistung aller in Deutschland installierten Windkraftanlagen um ~5000 MW auf über 30.000 MW erhöht

EEX Solarenergie

■ Nennleistung Solar

■ Stundenganglinie der Einspeiseleistung Solar

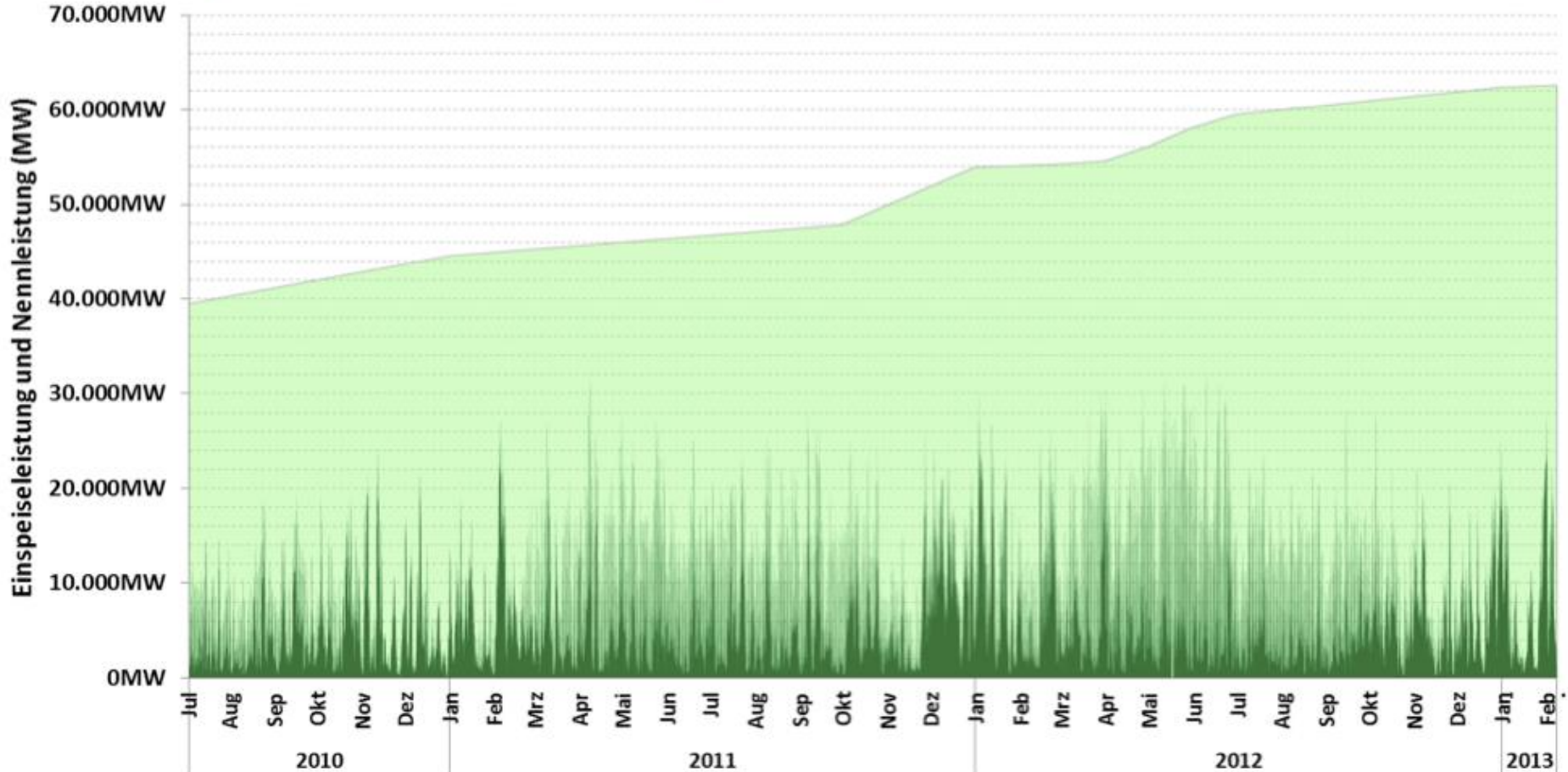


In Deutschland sind Anfang 2013 ~ 300 km² Solarpanel im Einsatz. Allein in den letzten drei Jahren wurde die Nennleistung von 13000 MW auf über 32000 MW erhöht – Tendenz steigend

EEX Wind + Solarenergie

■ Nennleistung Wind + Solar

■ Stundenganglinie der Einspeiseleistung Wind + Solar



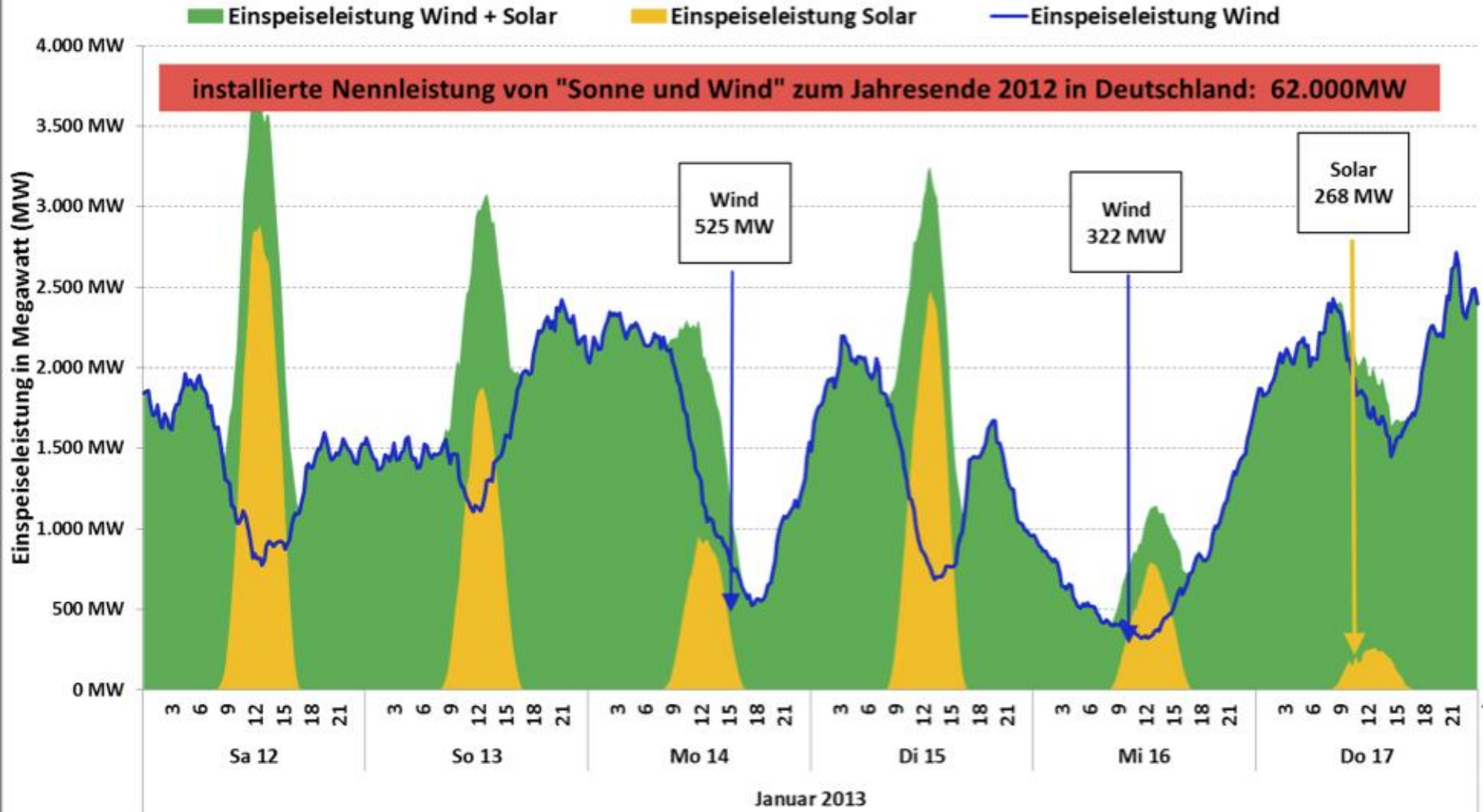
Datenquelle : Leipziger Strombörse EEX

Auflösung: Stundenwerte

Darstellung: Rolf Schuster

Der stetige Ausbau der Wind- und Solarenergie hat nur wenig Einfluß auf die Einspeiseleistung.

Stromeinspeisung von Sonne und Wind im Zeitraum vom 12.01.2013 bis zum 17.01.2013

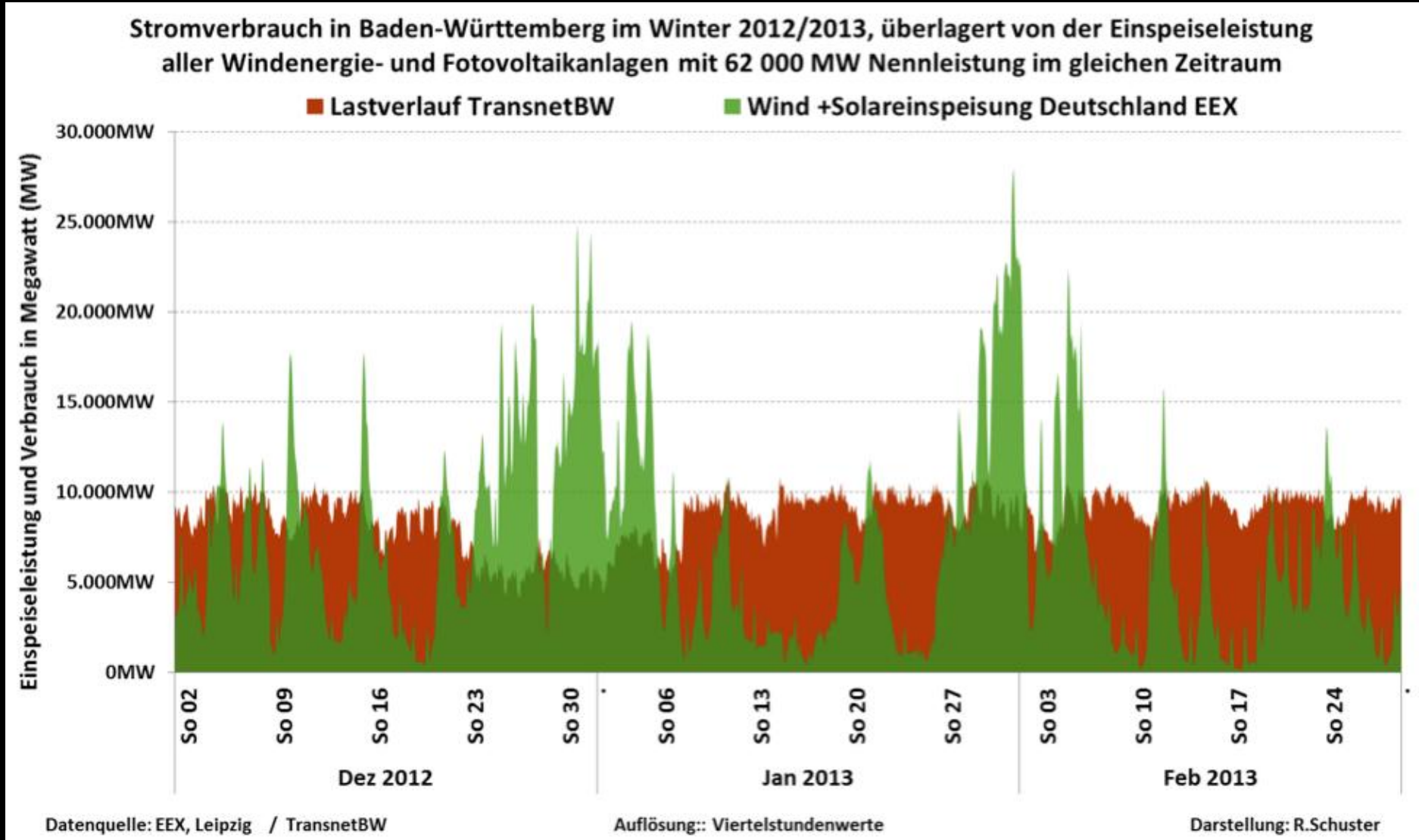


Datenquelle: EEX, Leipzig

Darstellung: R.Schuster

INSTALLIERTE NENNLEISTUNG: 62.000 MW → am 17.2. 2013 lag die Produktion bei 141 MW

Reicht die heute installierte Leistung aller WKA's und Solarpanel nicht schon aus, um z.B. Baden-Württemberg 100% mit „Ökostrom“ zu versorgen?



Installierte Nennleistung: 62000 MW - durchschnittlicher Bedarf BW: ~ 10000 MW

Vollständige Stromversorgung durch erneuerbare Energien bis 2050

SRU übergibt Bundesumweltminister Röttgen Sondergutachten

Der Vorsitzende des Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU), Prof. Dr. Faulstich, hat heute Bundesumweltminister Dr. Norbert Röttgen das Sondergutachten "Wege zur 100% erneuerbaren Stromversorgung" überreicht. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass eine vollständig auf erneuerbaren Energien beruhende Stromversorgung in Deutschland bis 2050 möglich ist. Umweltminister Dr. Norbert Röttgen: "Das Sondergutachten ist ein wichtiger Beitrag zur Diskussion um eine nachhaltige Energie- und Umweltpolitik. Die Bundesregierung hat sich mit dem Energiekonzept bereits ein sehr ehrgeiziges Ausbauziel gesetzt: Wir wollen im Jahr 2050 einen Anteil von 80% erneuerbare Energien an der Stromversorgung erreichen. Das SRU-Gutachten zeigt, dass dies erreichbar ist."

Weitere Informationen:



- Sondergutachten: Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung (PDF, 4 MB, extern, nicht barrierefrei)
- ◆ Bild von der Übergabe

Wenn es nicht am Geld schon scheitern sollte, dann aber an der Physik...

Nähere Erläuterungen zu den Diagrammen: <http://www.eike-klima-energie.eu>