Benutzerhinweise Energierechner

Hintergrund und Berechnungsgrundlagen

Der Energierechner ist ein EXCEL basiertes Tool, welches erstellt wurde, um die verschiedenen Szenarien der Energiewende graphisch darzustellen und Argumentationslinien zur Machbarkeit der Energiewende zu überprüfen. Um realistische Einschätzungen zu liefern, wurde der Datensatz der Energieproduktion von 2019 aus den Energie-Charts des Fraunhofer Instituts ISE als Grundlage zur Bewertung und Berechnung von Maßnahmen sowie deren Auswirkungen auf die Stromproduktion genommen. Dieser wurde, aufgeschlüsselt in die aktuellen Tagesproduktionen der einzelnen Energieträger, in die Tabelle „Datenreihe 2019“ eingegeben. Zusätzlich wurde ebenfalls die abgerufene Last, der Strombedarf Deutschlands tagesaktuell gelistet.

Der im Tabellenblatt „Datenreihe 2019“ ebenfalls enthaltene Datensatz Produktion in % installierter Leistung, ist eine Analyse von aktueller Tagesproduktion im Verhältnis zu installierter Leistung. Die Angaben zur installierten Leistung sind ebenfalls der Webseite des Fraunhofer Instituts ISE entnommen. Diese Datenreihe wird zu Produktion des Graphs im Tabellenblatt Graph 2019 genutzt. Ob in den einzelnen Datenreihen ein Wert angezeigt wird, wird durch die Eingabe im Tabellenblatt „Eingabe Analyse“ gesteuert und dient dazu, die graphische Darstellung übersichtlicher zu gestalten.

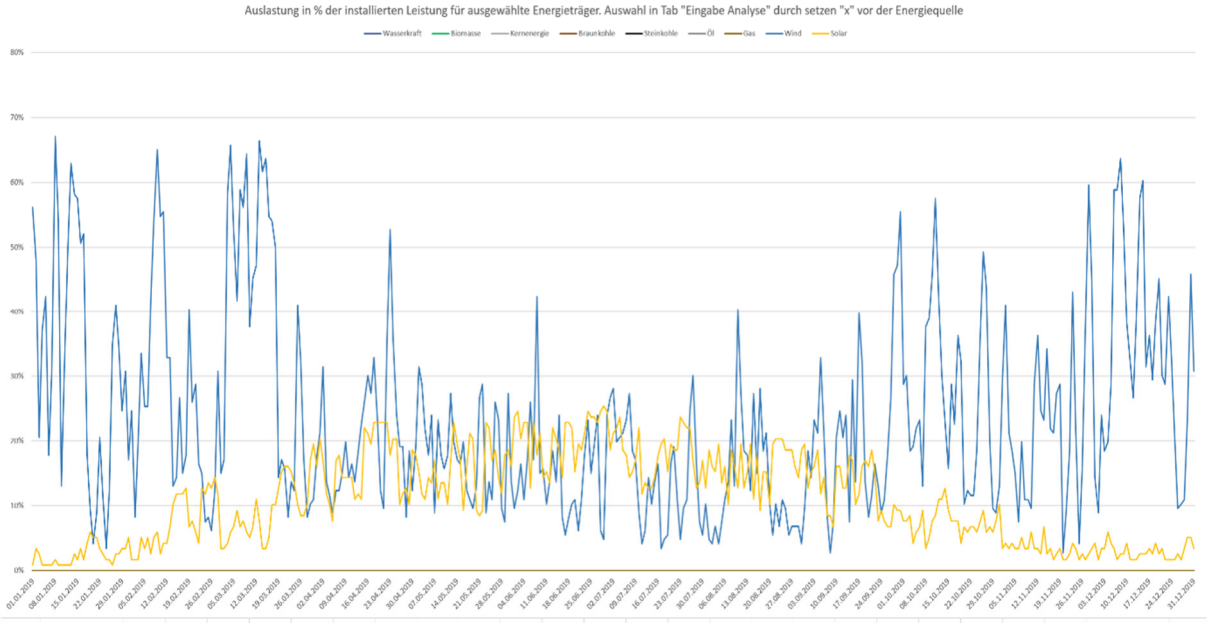
Das Tabellenblatt „Datenreihe Analyse enthält die Berechnungen zur Produktion der graphischen Darstellung im Tabellenblatt „Graphen Analyse“. Die Berechnungen sind formelbasiert auf den Eintragungen in der Datenreihe und den Steuerungseingaben im Datenblatt „Eingabe Analyse“.

Über das Tabellenblatt „Eingabe Analyse“ werden die Rahmenbedingungen gesteuert, in den leicht heller markierten Tabellenfeldern vorgenommenen Eingaben haben Einfluss auf die Berechnungen der Produktion. Die genaue Wirkungsweise und da Annahmen werden im folgenden Abschnitt erläutert.

Das Arbeitsblatt „Eingabe Analyse“

In Graph 2019 anzeigen ("x")		Installierte Leistung GW 2019	Variierte Leistung GW	Basierend auf der Datenreihe von 2019 (Energy Charts Fraunhofer Institut) wird anhand der eingegebenen Werte angepasst. Hier können dann die Auswirkungen von Abschaltungen anhand einer aktuellen Jahressituation abgelesen werden. Darstellung in Tab "Graphen Analyse".						
	Wasserkraft	4,78		Produktion wie 2019						
	Biomasse	8,18								
	Kernenergie	9,52	9,52	Absoluten Wert eingeben, geht mit angegebenen Prozentsatz in Tagesproduktion ein. Es wird angenommen, dass herkömmliche Kraftwerke im Falle von verfügbaren Speichern immer im optimalen Betriebszustand / Auslastung arbeiten, damit der durch erneuerbare nicht benötigte Strom gespeichert werden kann. Falls die Option "ohne Gasspeicher" gewählt wird, dann wird Gas aus der Rechnung genommen, um die Unterdeckung bei Abschaltung von konventionellen Energien darzustellen.					Eingabe Prozentsatz gelieferte Leistung von installierter Leistung	90%
	Braunkohle	20,86	20,86							60%
	Steinkohle	22,63	22,63							60%
	Öl	4,36	4,36							1%
	Gas	29,93	29,93	Absoluten Wert eingeben, wird bei Unterproduktion genutzt.	Ohne Wasserstofferzeugung und -speicherung "x"	x	Wirkungsgrad Strom-Gas-Strom	25%		80%
	Pumpspeicher	9,81	9,81	Wird befüllt und gleicht Unterproduktion aus			Wirkungsgrad Strom-Speicher-Strom	80%		
x	Wind	60,87	1	Faktor eingeben, wird mit den Produktionswerten von 2019 multipliziert.	Leistung pro Anlage	2 MW	30435 Anlagen	0,5 qkm pro Anlage	15217,5 qkm	
x	Solar	49,18	1		Leistung	7 qm/KW			344,3 qkm	

Im Arbeitsblatt befindet sich auf der linken Seite eine Spalte, in der die Eintragungen mit „x“ gekennzeichnet werden können. Mit den oben vorgenommenen Eintragungen wird im Graphen dann lediglich die prozentuale Stromproduktion gemessen an der installierten Leitung für wind und Solar angezeigt.



In der Spalte „Variierte Leistung GW“ können dann Änderungen vorgenommen werden. Zusammen mit den in der letzten Spalte eingetragenen Prozentzahlen, werden dann die Werte für die graphische Darstellung berechnet. Da hier gezeigt werden sollte, wie sich Abschaltungen konventioneller Energieträger auswirken, wurde in der Berechnung und graphischen Darstellung für die konventionellen Energieträger angenommen, dass diese mit gleichbleibendem Output

produzieren, dem Wert „installierte Leistung“ x „Prozentwert“, und nicht nachgesteuert werden, um Überschüsse in der Produktion der Erneuerbaren auszugleichen.

Die erzeugten Überschüsse Gesamtproduktion zur geforderten Last werden dann, je nach Auswahl; zur Speicherung in Pumpspeichern oder Produktion von Wasserstoff genutzt.

Gaskraftwerke werden nur bei Unterproduktion genutzt, bei der Wasserstoffverbrennung wird nicht mehr um den Prozentwert reduziert, sondern es wird nur der Wirkungsgrad zur Berechnung genutzt. Für die Energieproduktion aus Wasserstoff wird die Angabe unter „Installierte Leistung GW 2019“ genutzt, um einen Verzicht auf fossiles Gas darstellen zu können.

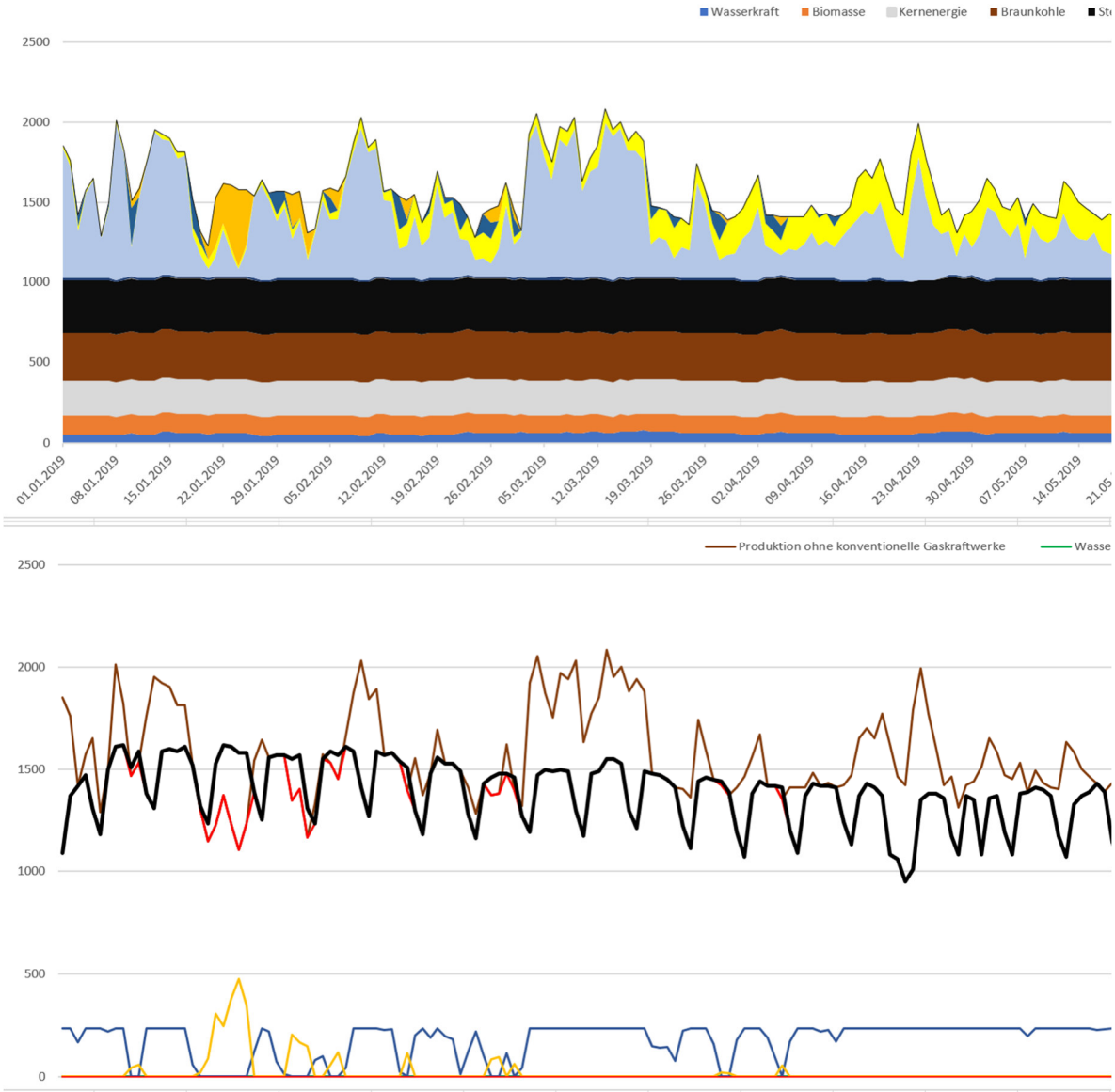
Beispiele

Installation wie 2019

Mit den oben angegebenen Eingaben sieht der produzierte Graph dann wie unten aus. In der oberen Darstellung werden die Energieträger anteilig dargestellt, die konventionellen Kernkraft, Kohle und Öl als konstante Produktion und die Erneuerbaren Wasserkraft, Biomasse, Wind und Solar mit den aktuellen Tageswerten 2019. Die Y-Achse gibt die Tagesproduktion wieder, GW x 24 Std.

Pumpspeicher werden durch Überproduktion gefüllt und bei Unterproduktion genutzt, Gaskraftwerke springen nur dann ein, wenn die Last nicht geliefert werden kann. Pumpspeicher und Gaskraftwerke sind durch die installierte Leistung x Prozentwert (lieferbare Leistung) gedeckelt.

An den dunkelblauen Flächen im oberen Graphen kann man ablesen, wann Pumpspeicher zur Produktion genützt werden, am unteren Graphen den Füllstand. Hier wird die Tagesproduktion lieferbare Leistung *24 Std) angegeben. Im oberen Graphen kann man anhand der dunkelgelben

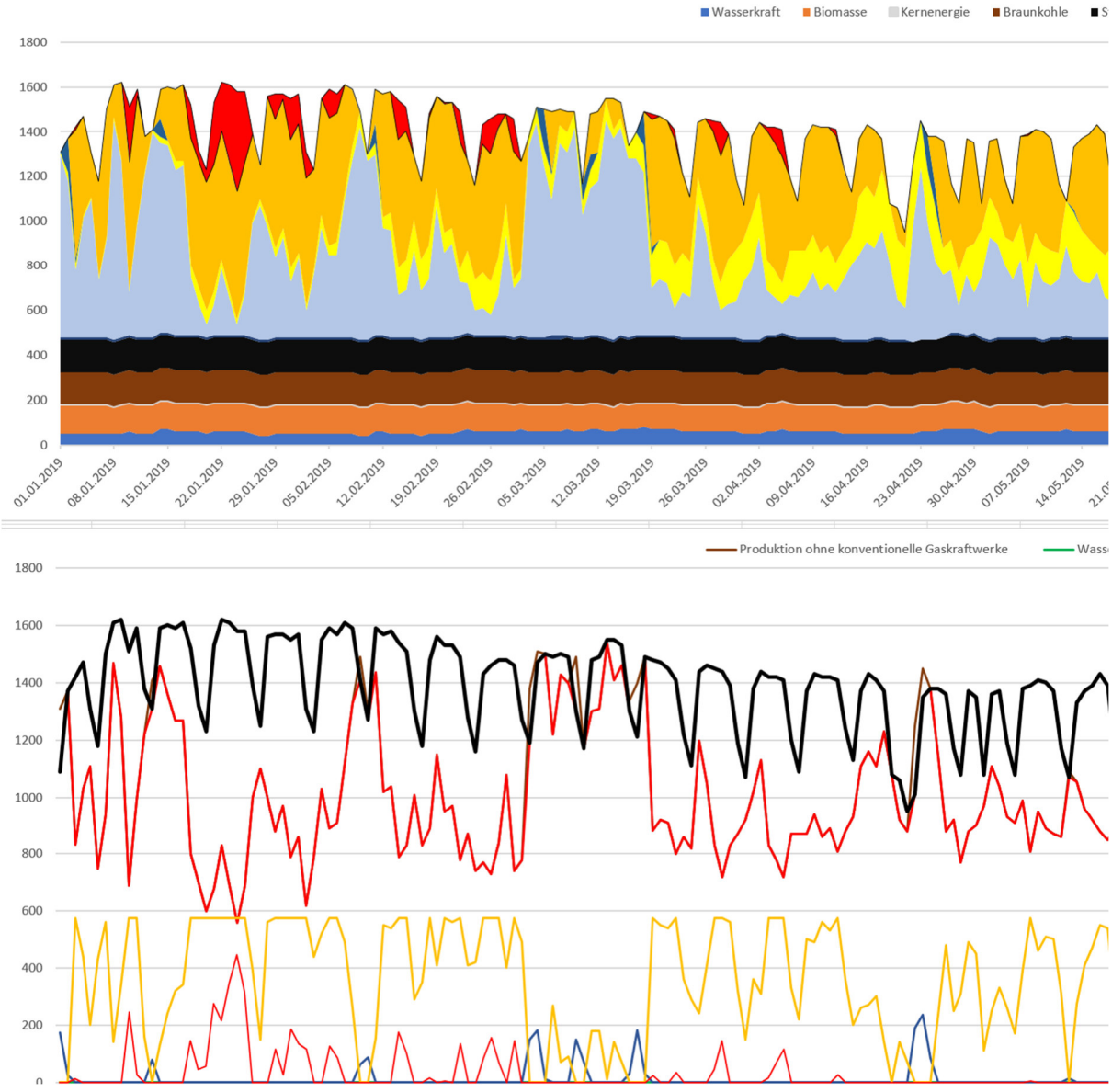


Fläche im unteren Graphen an der gelben Linie die Ausgleichsproduktion Gas ablesen.

Installation Kernkraft 0, Kohle reduziert auf jeweils 10GW

Setzt man nun die Produktion Kernkraft auf 0 und Braunkohle sowie Steinkohle auf 10 GW (Reduzierung ca. 50%), so ergibt sich die folgende Darstellung. Roten Flächen zeigen nun, wo die Gesamtproduktion nicht mehr ausreicht. Die konventionellen Gaskraftwerke können nur bis zur maximalen Auslastung liefern und reichen nicht aus, um die Unterversorgung zu decken. Die obere rote Kurve im unteren Graphen gibt die Gesamtproduktion ohne Gaskraftwerke wieder, die untere gelbe Kurve die Produktion Gas und die untere rote Kurve das Defizit.

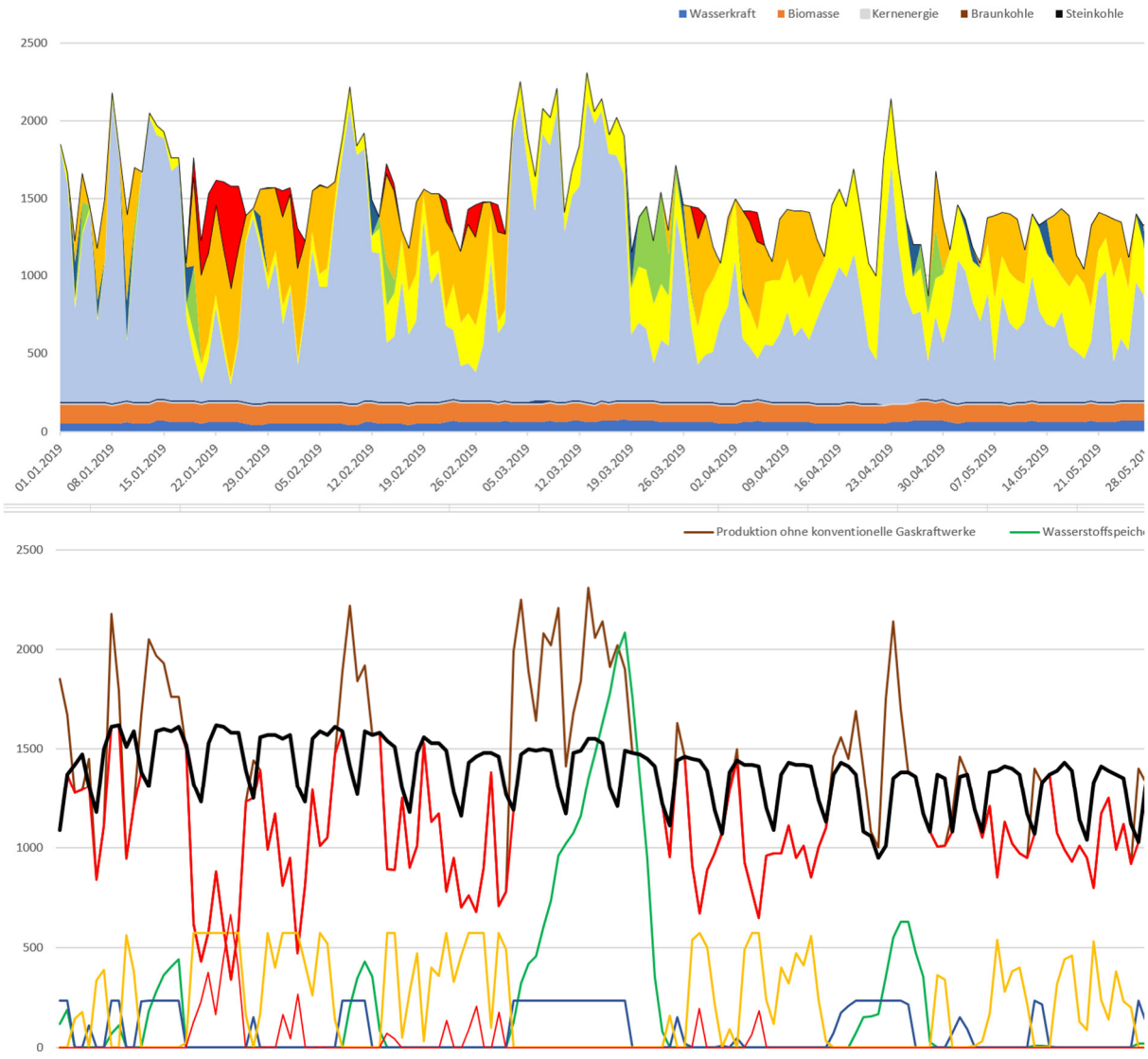
Da nur in Zeiten von Produktion > Last die Pumpspeicher gefüllt werden können, reduzieren sich auch die blauen Flächen drastisch. Wenn man in diesem Szenario die Wasserstoffproduktion zulassen würde, einfach das x entfernen, würde sich nicht ändern, da die Überproduktion lediglich ausreicht, um die Pumpspeicher zu befüllen.



<u>Ohne konventionelle, fossiles Gas als Ausgleich, Wasserstoff als Speicher, Wind und Solar verdoppelt</u>

Fossiles Gas wird als Ausgleich noch zugelassen, keine Kernkraft, keine Kohle und kein Öl, jedoch Produktion von Wasserstoff mit unbegrenzter Speichermöglichkeit aus Überschussproduktion und verdoppeln die installierte Leistung Wind und Solar. Hierzu in der Eingabemaske die Werte auf null setzen und für Wind und Solar den Faktor 2 eintragen. Für Wind und Solar werden jetzt die Daten 2019 einfach verdoppelt. Hier kann man nun ablesen, dass selbst bei einer Verdoppelung und trotz fossilem Gas immer noch nicht kompensierbare Unterproduktion vorkommt. Wasserstoff wird zwar produziert (grüne Kurve unterer Graph) und zur Energieproduktion genutzt (grüne Flächen oberer Graph), reicht aber nicht aus um selbst bei vorhandenem fossilem Gas eine Energieversorgung sicherzustellen, da die Phasen der Überproduktion nicht ausreichen.

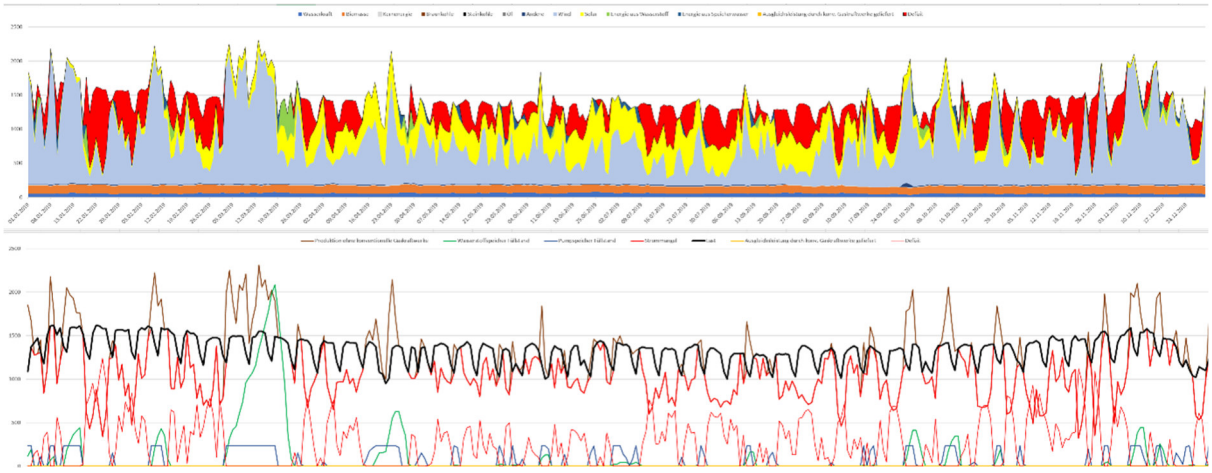
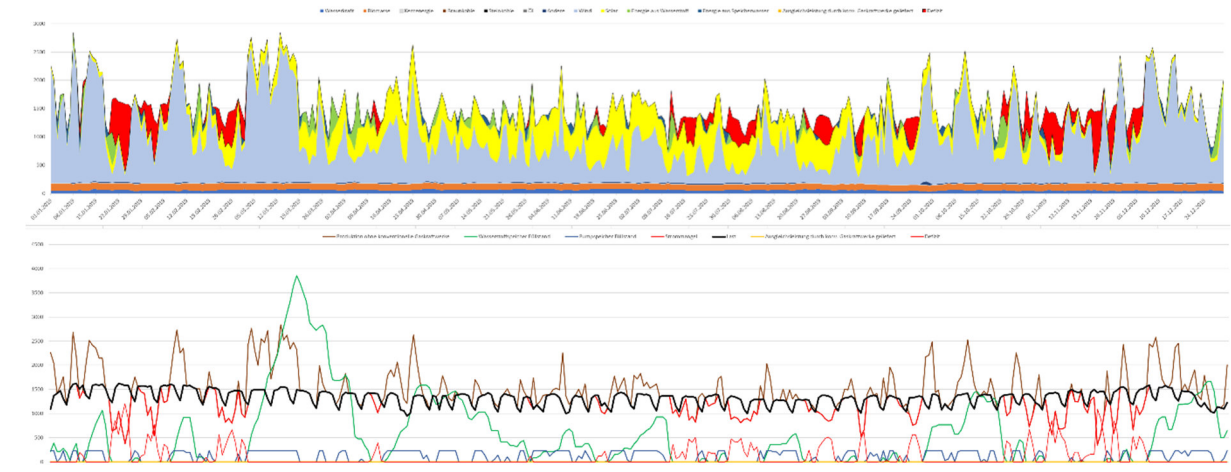
	Installierte Leistung GW 2019	Variierte Leistung GW
Wasserkraft	4,78	
Biomasse	8,18	
Kernenergie	9,52	0
Braunkohle	20,86	0
Steinkohle	22,63	0
Öl	4,36	0
Gas	29,93	29,93
Pumpspeicher	9,81	9,81
Wind	60,87	2
Solar	49,18	2



Das Ausstiegszenario

Und zu guter Letzt noch die Darstellung ohne fossiles Gas bei Faktor 2 und 2,5 für Wind und Solar ohne konventionelle Energieträger, dem grünen Traum.

Rot bedeutet, kein Strom.

Viel Spaß beim Spielen.

	Installierte Leistung GW 2019	Variierte Leistung GW	Basierend auf der Datenreihe von 2019 (Energy Charts Fraunhofer Institut) wird anhand der eingegebenen Werte angepasst. Hier können dann die Auswirkungen von Abschaltungen anhand einer aktuellen Jahressituation abgelesen werden. Darstellung in Tab "Graphen Analyse".					
Wasserkraft	4,78		Produktion wie 2019						
Biomasse	8,18								
Kernenergie	9,52	0	Absoluten Wert eingeben, geht mit angegebenen Prozentsatz in Tagesproduktion ein. Es wird angenommen, dass herkömmliche Kraftwerke im Falle von verfügbaren Speichern immer im optimalen Betriebszustand / Auslastung arbeiten, damit der durch erneuerbare nicht benötigte Strom gespeichert werden kann. Falls die Option "ohne Gasspeicher" gewählt wird, dann wird Gas aus der Rechnung genommen, um die Unterdeckung bei Abschaltung von konventionellen Energien darzustellen.					Eingabe Prozentsatz gelieferte Leistung von installierter Leistung	90%
Braunkohle	20,86	0							60%
Steinkohle	22,63	0							60%
Öl	4,36	0							1%
Gas	29,93	0	Absoluten Wert eingeben, wird bei Unterproduktion genutzt.	Ohne Wasserstofferzeugung und -speicherung "x"		Wirkungsgrad Strom Gas Strom	25%		80%
Pumpspeicher	9,81	9,81	Wird befüllt und gleicht Unterproduktion aus			Wirkungsgrad Strom-Speicher Strom	80%		
Wind	60,87	2,5	Faktor eingeben, wird mit den Produktionswerten von 2019 multipliziert.	Leistung pro Anlage:	2 MW	76087 Anlagen	0,5 qkm pro Anlage	38043,5 qkm	
Solar	49,18	2,5		Leistung	7 qm/KW			860,7 qkm